ضبط الجودة

النظرية والتطبيق

الدكتور

إسماعيل القزاز







www.dardjlah.com

ضَبْطُ الجوْدَة

النَظرّية وَالتطبيْق

ضَبْطُ الجوْدَة

النَظريَّة وَالتطبيْق

QUALITY CONTROL

THEORY AND APPLICATION

دكتور

إسماعيل إبراهيم القزّاز

الطبعة الأولى

2015



رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (1808/ 4/ 2014)

658.562

القزاز، إسماعيل إبراهيم

ضـبط الجـودة النظريـة والتطبيـق/ دكتـور إسماعيـل إبـراهيم القـزاز.

عمان: دار دجلة 2015.

() ص.

ر.أ: (1808/4/2014)

الواصفات: /ضبط الجودة// الأنتاج// الإدارة/

أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية.



المملكة الأردنية الهاشمية

عمان- شارع الملك حسين- مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس: 0096264647550

خلوي: 00962795265767

ص. ب: 712773 عمان 11171- الأردن

E-mail: dardjlah@ yahoo.com

www.dardjlah.com

ISBN: 9957-71-425-3

الآراء الموجودة في هذا الكتاب لا تعبر بالضرورة عن رأي الجهة الناشرة

جميع الحقوق محفوظة للناشر. لا يُسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب. او اي جزء منه، أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات. او نقله بأي شكل من الأشكال، دون إذن خطي من الناشر.

All rights Reserved No Part of this book may be reproduced. Stored in aretrieval system. Or transmitted in any form or by any means without prior written permission of the publisher.

المحتويات

المقدمة 11

الفصل الأول: المفاهيم الأساسية في ضبط وتأكيد الجودة

1.1 المدخل إلى الجودة 16

2.1 مفهوم الجودة، الضبط، ضبط الجودة، مهام الجودة 16

3.1 الدائرة المتكاملة للجودة 23

4.1 تأكيد الجودة والأنظمة الفرعية لتأكيد الجودة 29

أسئلة وتمارين الفصل الأول 33

الفصل الثاني: عناصر نظام الجودة

1.2 مبادئ نظام الجودة 38

2.2 الجودة عند وضع المواصفات والتصميم 42

3.2 الجودة عند الشراء 49

4.2 ضبط جودة المنتوج 51

5.2 مراقبة جودة أدوات الفحص والقياس 53

6.2 المناولة وأعمال ما بعد الإنتاج 56

7.2 وثائق وسجلات الجودة 59

الفصل الثالث: الأساليب الإحصائية المستعملة في ضبط الجودة

1.3 التوزيع التكراري 65
2.3 مقاييس النزعة المركزية 70
3.3 مقاييس التشتت 76
4.3 مفهوم المجتمع والعينة 81
5.3 منحنى التوزيع الطبيعي 84
6.3 نظرية الاحتمالات 93
7.3 التوزيعات الاحتمالية المنفصلة والمستمرة 101
8.3 العلاقة بين التوزيعات الاحتمالية 107
أسئلة وتمارين الفصل الثالث 112

الفصل الرابع: لوحات ضبط الجودة للمتغيرات

1.4 مفهوم وأنواع وفوائد لوحات ضبط الجودة 124
2.4 تقنية لوحات ضبط الجودة 129
3.4 لوحة المتوسط والمدى 137
4.4 حالات عدم العشوائية 144
5.4 لوحة المتوسط والانحراف المعياري 149
6.4 لوحة الوسيط 153
أسئلة وتمارين الفصل الرابع 158

الفصل الخامس: لوحات ضبط الجودة للمميزات

1.5 لوحة نسبة المعيبات للعينة المتغيرة 168
2.5 لوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة 175

3.5 لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة 178
4.5 لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة 183
أسئلة وتمارين الفصل الخامس 188

الفصل السادس: مقدرة العمليات الإنتاجية

1.6 مفهوم وأهمية مقدرة العملية الإنتاجية.. 196
2.6 مراحل دراسة وقياس مقدرة العملية الإنتاجية.. 198
3.6 العلاقة بين التوزيع الطبيعي وحدود التفاوت.. 202
4.6 مراقبة مقدرة العملية باستخدام مدرج التكرار.. 208
5.6 مراقبة مقدرة العملية باستخدام لوحات ضبط الجودة 213
6.6 مراقبة مقدرة العملية باستخدام ورق الاحتمالات الطبيعي.. 216
7.6 حالة دراسية.. 219
أسئلة وتمارين الفصل السادس.. 228

الفصل السابع: التفتيش بالعينات

1.7 مفهوم وأهمية التفتيش بالعينات 233
2.7 خطط أخذ العينات 234
3.7 التفتيش بالعينات ومجازفة المنتج والمستهلك 236
4.7 الطرائق التجريبية في أخذ العينات 238
5.7 المؤشرات النوعية لخطط التفتيش بأخذ العينات 239
6.7 متطلبات خطة التفتيش والخواص المميزة لها 240
7.7 العينات الأحادية والثنائية والمتعددة 242

8.7 أنواع الجداول المستخدمة للتفتيش بالعينات 249
9.7 اقتصاديات التفتيش 252
أسئلة وتمارين الفصل السابع 290

الفصل الثامن: أدوات تشخيص مسببات الانحراف في جودة الإنتاج

1.8 مخطط السبب والنتيجة 298
2.8 مخطط باريتو 307
3.8 تحليل الترابط 313

الفصل التاسع: التفتيش النوعي داخل المنشأة الصناعية

1.9 تخطيط التفتيش 328
2.9 تفتيش العينة الأولى 333
3.9 التفتيش بالخواص المميزة 336
4.9 نموذج تفتيش العمليات 345
5.9 التفتيش النهائي 346
6.9 تقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة 347
أسئلة وتمارين الفصل التاسع 360

الفصل العاشر: القياس

1.10 أهمية ومفهوم وأنظمة القياس 366
2.10 التسلسل الهرمي لمعايير القياس 369
3.10 تقنية القياس 372

4.10 الخطأ في القياس وأساليب تقليله 376
أسئلة وتمارين الفصل العاشر.. 386

الفصل الحادي عشر: المعولية

1.11 أهمية ومفهوم المعولية والعوامل المحددة لها 392
2.11 أنظمة المعولية وطرق قياسها 394
3.11 مظاهر معولية المنتوج 396
4.11 التوزيعات الاحتمالية في مجال المعولية 400
5.11 مراحل حياة المنتوج ومنحنى خاصية التشغيل.............................. 406
6.11 تصميم معولية المنتوج.. 410
7.11 برنامج فحوصات معولية المنتوج.. 412
8.11 المعولية وضبط الجودة الشاملة 413

الفصل الثاني عشر: كلف الجودة

1.12 أهمية كلف الجودة 432
2.12 كلف الجودة المباشرة 433
3.12 كلف الجودة غير المباشرة.. 438
4.12 تقارير كلف الجودة.. 439
5.12 تقويم وتحليل البيانات 444
أسئلة وتمارين الفصل الثاني عشر 450

الفصل الثالث عشر: الجودة بين المنتج والمستهلك

1.13 مراحل تطور مفاهيم حماية المستهلكين................................... 456

2.13 المسئولية القانونية لسلامة المنتوج... 465

3.13 أساليب تقليل الأضرار الناجمة عن استعمال المنتوج........................ 471

الفصل الرابع عشر: نظام معلومات الجودة

1.14 مفهوم ومدخلات نظام معلومات الجودة... 480

2.14 العلاقة بين نظام المعلومات الإدارية ونظام معلومات الجودة.................. 481

3.14 استخدامات الحاسبة الإلكترونية في نظام معلومات الجودة.................... 483

المصطلحات المستخدمة وما يقابلها باللغة العربية 499

المصادر 513

المقدمة

أصبح موضوع الجودة في بؤرة الاهتمام في المجتمعات الصناعية والمجتمعات النامية على السواء حيث وجد أنه يرتبط مباشرة برضاء المستهلك وزيادة المبيعات من جهة وارتفاع الكفاية الإنتاجية وخفض تكاليف الإنتاج من جهة أخرى.

يقدم هذا الكتاب الخدمة لممارسي أعمال ضبط الجودة في الشركات الصناعية كما هو في نفس الوقت كتاباً مقرراً لدراسة ضبط الجودة في الجامعات والمعاهد التي تدرس هذا الموضوع في تخصص الهندسة الصناعية والإدارة الهندسية.

والجودة موضوع شامل وواسع حيث إن دراستها تتطلب دراسة التقنية المستخدمة في الإنتاج ودراسة الطرق الإدارية والتطبيقات الإحصائية في ضبط جودة عمليات الإنتاج والتفتيش.

إن العنصر الأساسي في تحقيق الجودة هم العاملون أنفسهم مما يستوجب إيلاء عمليتي التعليم والتدريب ما تستحقانه من عناية واهتمام. وحيث إن المصادر المتوفرة للقارئ العربي في مجال ضبط الجودة قليلة لذلك جاء هذا الكتاب ليكون مع غيره من المصادر عوناً للدارسين والممارسين.

لقد رُوعيَ في إعداد هذا الكتاب الجانب التطبيقي معززاً بالأمثلة والحالات الدراسية والنماذج التي جمعت من مواقع الإنتاج الصناعي خلال فترة ممارسة هذا العمل لمدة تقارب خمسة وعشرين عاماً.

وفي الختام فإن رضاء القارئ والمستفيد هو غاية ما يصبو إليه من يؤلف كتاب في ضبط الجودة وأن المعلومات الراجعة وآراء المختصين والدارسين هي خير عون في الوصول بهذا الكتاب إلى تحقيق هذه الغاية، ومن الله التوفيق

المؤلف

الفصل الأول

المفاهيم الأساسية لضبط وتأكيد الجودة

Quality Control– Basic Concepts

الفصل الأول

المفاهيم الأساسية لضبط وتأكيد الجودة

Basic concepts of quality control and quality assurance

1.1 المدخـــل إلى الجـــودة.

2.1 مفهوم الجودة، والضبـــط، وضبط الجودة ومهام الجودة.

3.1 الدورة المتكاملة للجـــودة.

4.1 مفهوم تأكيد الجودة والأنظمة الفرعيـة لتأكيـد الجـودة.

1.1 المدخل إلى الجودة Introduction to Quality:

من المسلم به، أن عملية تقويم نجاح أية منشأة صناعية من عدمه يعتمد بشكل رئيس على جملة مميزات واعتبارات أساسية واجبة التوفر في منتجاتها ومن أهمها:

- مطابقة السلع المنتجة للمواصفات القياسية المعتمدة.
- تلبية السلع المصنعة لمتطلبات المستهلك وتوقعاته واحتياجاته الفعلية.
- عرض السلع بأسعار متناسبة مع دخل المستهلك بجانب ضمان الربحالمحدد للمنشأة.

ومن البدهي، أنَّ تحقيق ما تقدم من مميزات واعتبارات، يوجب على المنشأة تنظيم نشاطاتها الإدارية والفنية المؤثرة على جودة إنتاجها بالصيغ التي توجه وتسير كافة عوامل الضبط على الجودة باتجاه المحافظة على الجودة، فضلاً عن تحذير المنفّذين للعمليات التصنيعية أثناء الإنتاج من احتمالات الوقوع في أخطاء يترتب عليها إنتاج سلع معيبة، وذلك من خلال إتباع أحدث الوسائل والطرق العلمية التي تضمن إنتاج السلع بالمواصفات القياسية والإيفاء بحاجات وتوقعات المستهلك ضمن حدود تحقيق الأرباح المحددة. ومن هذا المنطلق وبتحقيقه سوف تتهيأ أفضل الفرص للاستغلال الأمثل للموارد المادية والبشرية وضمان الموازنة بين الكلف والأرباح والمنافع المشتركة بين المستهلك والجهة المنتجة.

2.1 مفهوم الجودة Quality Concept:

عرفت الجودة من قبل المنظمة الأوربية لضبط الجودة [13] بأنها: مجموعة الخصائص والمميزات التي تجعل المنتوج قادرًا على الإيفاء بحاجة معينة، وأكدت على أن جودة المنتجات المصنعة تعتمد بشكل أساسي على جودة التصميم وجودة التصنيع، أمَّا جوران [29] فإنه عرف الجودة على أنها: ملاءمة المنتوج للاستعمال وقد

توصل إلى هذا التعريف الواضح والمختصر بعد سنوات طويلة من ممارسة ضبط الجودة في مختلف المؤسسات الصناعية.

ويبين فيجينباوم في كتابه "الضبط الشامل للجودة" [20] بأن كلمة الجودة لاتعني المعنى الشائع أي الأحسن في المفهوم المطلق وإنما تعني بالمفهوم الصناعي الأحسن للمستهلك في حالات معينة، ومن بين هذه الحالات الاستخدام النهائي الفعلي وسعر بيع المنتوج وأوضح بأن هاتين الحالتين تنعكسان بدورهما على توافر خمس حالات وهي:

- مواصفات الأبعاد والخواص التشغيلية.
- العمر الخدمي والمعولي للمنتوج.
- كلف التصميم والإنتاج.
- ظروف الإنتاج التي يصنع في ضوئها المنتوج.
- التركيب الموقعي والصيانة.

وعليه فإنه عرف الجودة على أنها: الخواص المميزة الشاملة المركبة للمنتوج عند التسويق والتصميم والتصنيع والصيانة والتي سوف يفي بها عند وضعه قيد الاستخدام بتوقعات المستهلك.

كما عرف بسترفلد [18] الجودة بأنها: المميزات التي تلبي توقعات المستهلك وأضاف، بأن توقعات المستهلك أو الأداء القياسي يعتمدان على الاستخدام المقصود وعلى سعر بيع المنتوج، أمّا الجمعية الأمريكية لضبط الجودة [16] فقد عرفت الجودة على أنها: المجموع الكلي لمظاهر وخواص المنتوج أو الخدمة ذات الصلة بمقدرته على الإيفاء بحاجات معينة.

وتعرف مواصفة الايزو 9000 :2005 الجودة بانها درجة استيفاء مجموعة من

الخواص الملازمة للمواصفات [41]. وتعني كلمة ملازمة انها موجودة بشئ ما كاحد الخواص الدائمة لذلك الشئ.

وتأسيسًا على ما تقدم يمكن تعريف الجودة على أنها: ملاءمة المنتوج للاستعمال والإيفاء بحاجات المستهلك مع التمييز بين جودة التصميم وجودة الصنع، حيث تكمن جودة التصميم بتسهيل عمليات التصنيع والإيفاء بمتطلبات المستهلك وجودة الصنع بدقة تطابق المنتوج مع التصميم.

ومّما يتوجب التنويه عنه بهذا الصدد، أنّ الارتفاع بجودة التصميم يصاحبه ارتفاع مماثل بكلفة الإنتاج. لذا ينبغي عند وضع التصميم الأخذ بالاعتبار إمكانية المستهلكين على شراء المنتوج بالسعر الذي يحقق بالوقت نفسه ربحاً للمنشأة، وجدير بالذكر أيضاً، أن جودة التصميم المنخفضة ليست عاملاً سلبياً، حيث نجد السلع نفسها في الأسواق بنوعيات مختلفة؛ وذلك لارتباط كل منها بسعر بيعها، أما جودة المطابقة المنخفضة فهي عامل سلبي دائماً لوجوب مطابقة المنتوج لمواصفات الجودة المحددة له.

1.2.1 مفهوم الضبط Control Concept:

عرف جوران [29] الضبط بأنه عملية تستخدم للالتزام بالمواصفات. وهذه العملية تشتمل على ملاحظة الأداء الفعلي ومقارنته بمواصفة معينة، ومن ثم اتخاذ إجراء تصحيحي إذا اختلف الأداء المشاهد بصورة كبيرة عن المواصفة، أما في جنباوم [20] فإنه عرف الضبط في الصناعة بأنه عملية تخويل الصلاحية والمسئولية لنشاطات إدارية في الوقت الذي يُحتفظ بوسائل ضمان النتائج المرضية؛ وعليه فعملية الضبط تتكون من أربع خطوات هي:

- وضع المواصفات.
- تقويم الأداء.
- اتخاذ الإجراءات التصحيحية عند الضرورة.

- تطوير أفضل لجودة المنتوج ضمن الضوابط الاقتصادية.

أما بسترفلد [18] فإنه عرَّف الضبط بأنه: عملية تنظيم إدارة نشاط للتحقق من مطابقته للمواصفات واتخاذ الإجراءات التصحيحية عندما يتطلب الأمر ذلك.

2.2.1 مفهوم ضبط الجودة Quality Control:

من مراجعة مختلف الأدبيات التي تناولت مفهوم "ضبط الجودة" على مستوى منشأة صناعية يجد المتتبع جملة آراء ومفاهيم متباينة من حيث الصياغة ومتفقة بصيغة أو بأخرى من حيث المحتوى.

وطبيعي، أن السبب لهذا التباين والاتفاق ناجم عن سعة وشمولية المفهوم وتطبيقاته على مستوى آيّة منشأة إنتاجية بدءًا بالسيطرة على جودة المواد الأولية ومروراً بمراقبة العمليات الإنتاجية والتجميعية كافة وانتهاءً بمسئولية تسليم السلع الجاهزة للمستهلك، فضلاً عن متابعة أسلوب استعمالات المستهلك للسلعة ومستوى خدمات ما بعد البيع؛ بغية تجميع المعلومات الضرورية للتطوير المستمر والدائم لجودة المنتجات بالصيغ الاقتصادية المستهدفة؛ لضمان وصول السلعة للمستهلك بأسعار مناسبة.

وبهذا الصدد عرف جوران ضبط الجودة بأنها: العملية التي يقاس من خلالها الأداء النوعي الفعلي ويقارن مع مواصفة ويتخذ إجراء تصحيحي عند وجود فرق بينهما، أما بسترفلد فإنه عرّف ضبط الجودة على أنها عملية تنظيم النشاطات التي تقيس أداء المنتوج ومقارنته مع مواصفة معينة ومواصلة متابعة الإجراءات التصحيحية بغض النظر عن محل حدوث هذه النشاطات. في الوقت الذي عرّفت المنظمة الأوروبية لضبط الجودة، ضبط الجودة على أنها: نظام لبرمجة وتنسيق فعاليات المجموعات المختلفة في المؤسسة؛ للمحافظة على الجودة أو تحسينها لمستوى اقتصادي أفضل. وقد عرّفت الجمعية الأمريكية لضبط الجودة، ضبط الجودة على أنها: التقنيات التشغيلية

والنشاطات التي تدعم جودة المنتوج، أو الخدمة التي تفي بحاجة معينة [16]. وتعرف مواصفة الايزو 9000 :2005 ضبط الجودة بانه جزء من ادارة الجودة يركز على تحقيق متطلبات الجودة [41].

واستناداً لما تقدم؛ يمكن تحديد مفهوم ضبط الجودة على أنه: النظام الذي يكامل جهود جميع الأقسام ذات العلاقة بالجودة داخل المنشأة الصناعية لإنتاج السلع بالمواصفات المحددة التي تلبي رغبات المستهلكين واحتياجاتهم بأقل الكلف الممكنة.

والجدير بالذكر، أن هذا التعريف المبسط لضبط الجودة يجعلها:

1. أداة إدارية متمثلة بتحقيق وفورات للمنشأة من خلال تحسين وتطوير المنتجات وتقليل تكاليف الإنتاج بخفض نسبة التلف أثناء الإنتاج والمعيب بعد الانتهاء منه.
2. أداة فنية من خلال تحديد مراحل السيطرة المتكاملة على الجودة المتمثلة:
   - وضع مواصفات الجودة التي تواجه احتياجات المستهلك.
   - تقويم الأداء بمقارنة المنتجات مع المواصفات المحددة.
   - اتخاذ الإجراءات التصحيحية للانحرافات الخارجة عن حدود المواصفات وتفاوتاتها.
   - التخطيط لتطوير المواصفات وتحسين مستوى الإنجاز لجعل المنتجات أكثر ملاءمة لمتطلبات ورغبات المستهلكين.

3.2.1 مفهوم مهام الجودة: The concept of quality functions

كما هو معروف يتطلب التوصل للجودة نشاطات واسعة من بينها:

- دراسة متطلبات المستهلك للجودة.
- مراجعة التصاميم.
- فحوصات المنتوج.
- تحليل شكاوي ميدان الاستخدام.

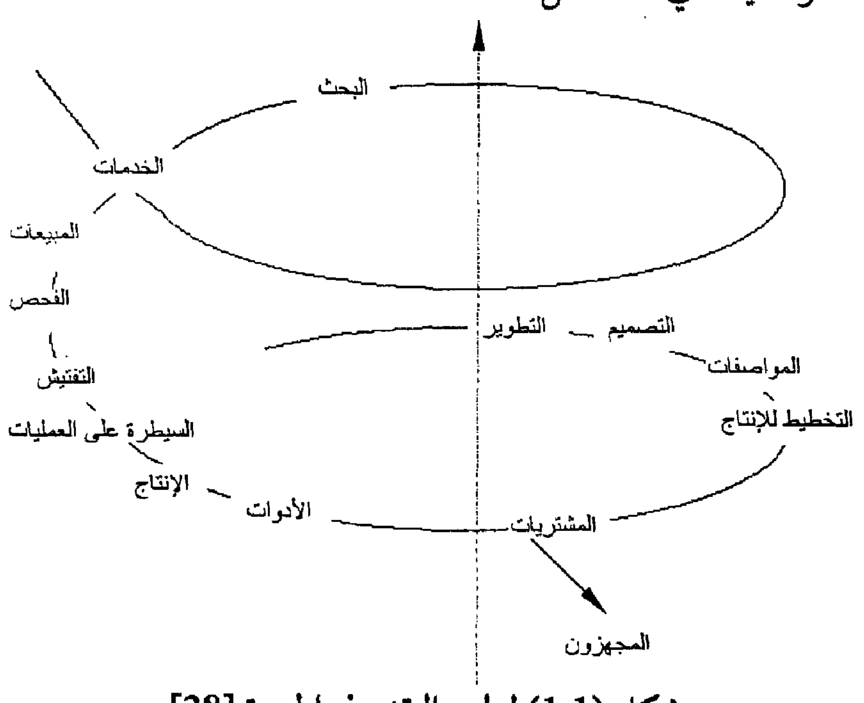
ويدهي أن تنفيذ هذه المهام في المنشآت الصغيرة يتم من قبل شخص واحد أو عدد محدود جداً من الأشخاص، وعندما تنمو هذه المنشآت فإن تنفيذها يتطلب وقتاً كبيراً مما يستدعي استحداث أقسامٍ متخصصة لأدائها، ولذلك نجد في المنشآت الكبيرة الحديثة وجود مهام جودة محددة تشغل الوقت الكامل لعدد من الأفراد.

وإذا استعرضنا تاريخ تطور هذه المهام نجد أن المجتمعات البدائية كانت تنفذ مهام الجودة من قبل شخص واحد الذي هو في الوقت نفسه المنتج والمستخدم للسلعة. وبظهور تقسيم العمل وما ارتبط معه من نمو التجارة ظهرت الحاجة لاستحداث مهن متخصصة، وقد أدى هذا التخصص بدوره فيما بعد إلى فصل المنتج عن المستهلك فلم يعد المنتج هو المستهلك. ومن الطبيعي أن هذا الفصل خلق مشاكل نوعية جديدة لكلٍّ من المنتج والمستهلك لأنهما أصبحا البائع والمشتري في سوق القرية وبحكم العرف السائد في سوق القرية آنذاك المتمثل بضرورة حذر المشتري، فقد كان على المشتري، أن يتأكد من ملاءمة المنتوج للاستعمال. ولبساطة جودة السلع التي كانت تنتج آنذاك وعدم تعقدها كان بإمكان المشتري التأكد من ملاءمة المنتوج للاستخدام بالحواس البشرية أو كان يعتمد على السمعة النوعية للجهة المنتجة.

والجدير بالذكر أن نمو بعض القرى إلى مدن واتساع التجارة فيما بين المدن خلق مشاكل نوعية جديدة لا يتمكن سوق القرية من حلها؛ لصعوبة تعامل الكثير من المنتجين والباعة وجهاً لوجه نتيجة لتوسط مجهزي المواد الأولية والتجار. ولم يعد بالإمكان الحكم على الكثير من خواص الجودة بالحواس البشرية؛ بسبب استخدام عدد متزايد من المواد والعمليات الصناعية؛ لذلك ظهرت الحاجة إلى أدوات ومهام جديدة للتعامل مع هذه المشاكل الجديدة، فبعض هذه الأدوات كانت ذات طبيعة تكنولوجية تشتمل على تطوير واستخدام مواصفات قياسية للمواد والمنتجات (أما بموجب نموذج صناعي أو بشكل مكتوب، أي مواصفات قياسية للفحص وأدوات قياس). أما الأدوات الأخرى فكانت ذات طبيعة تجارية وقانونية مثل الضمانات

المفروضة بموجب قانون البيع، والضمان المتفق عليه بالعقد. إضافةً إلى ذلك فإن بعض اتحادات المنتجين والنقابات فرضت ضبط الجودة على أعضائها كوسيلة لرفع السمعة النوعية للمدينة.

وبعد الثورة الصناعية التي بدأت في القرن الثامن عشر في أوربا أقيمت شركات مساهمة ذات طاقات كبيرة لإنتاج وتوزيع السلع والبضائع واستدعى هذا التوسع استحداث أقسام متخصصة لتنفيذ مهام التصميم، والإنتاج، والتفتيش، والفحص... الخ، لتطوير المنتجات واستحداث الجديد منها، ولهذا فإن هذه المهام سارت على تتابع مستمر من البحث والتطوير ويسلك التقدم بنتيجة ذلك مساراً لولبياً وكما هو عليه في الشكل (1.1).



شكل (1.1) لولب التقدم في الجودة [28]

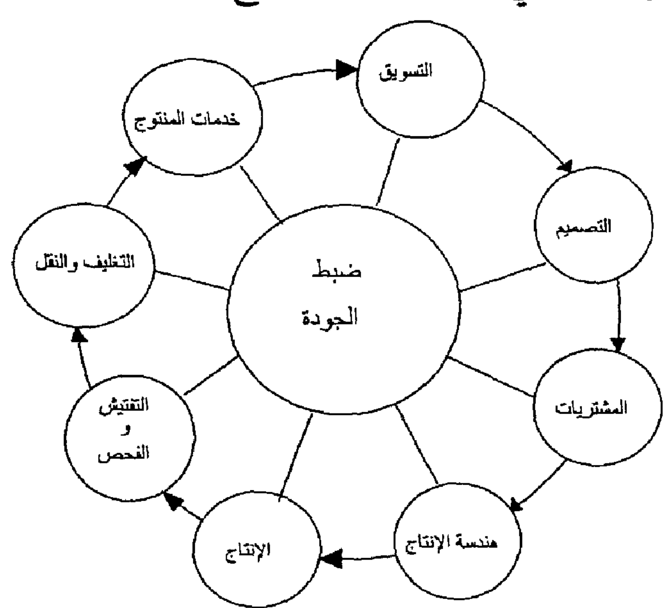
من الشكل (1.1) يتضح ضرورة تنفيذ العديد من النشاطات والمهام للوصول إلى ملاءمة المنتوج للاستخدام ويتبين أيضاً أن بعض هذه المهام تنفذ داخل الشركات المنتجة ومراكز الخدمات وبعضها الآخر يتم من قبل المجهزين وقنوات التوزيع؛ لهذا

أتفق على وضع مصطلح مختصر لهذه المجموعة من الفعاليات أطلق عليه مهام الجـودة؛ وعرف بأنه:

الجموعـة المتكاملـة مـن النشـاطات الـتي تضـمن تحقيـق التوصـل إلى ملاءمـة الاستخدام بغض النظر عن موقع تنفيذ هذه النشاطات.

3.1 الدائرة المتكاملة للجودة Integrated Quality Circle:

معروف لدى العاملين في حقل التصنيع، أن الجودة ليست مـن مسـئولية قسـم واحد في المنشأة الصناعية، بل هي من مهام أغلب الأقسام في المنشأة، حيث تبـدأ مـن تحديد قسم التسويق لمتطلبات الجودة الـتي يرغبهـا المسـتهلك ومـروراً بكافـة المراحـل الإنتاجية وانتهاءً بتسلم المستهلك للسلع المصنعة بـالجودة الـتي يتوقعهـا، ولهـذا تخـول الأقسام صلاحية اتخاذ قرارات الجودة بما يضـمن تحقيقهـا طبقـاً للمواصـفات المحـددة والشكل (2.1) يوضح الأقسـام المسـئولة عـن الجـودة بصـيغة سلسـلة متكاملـة مـن الحلقات تبدأ بالتسويق وتنتهي بخدمات ما بعد البيع.



شكل (2.1) الأقسام المسئولة عن الجودة في المنشأة الصناعية

التسويق Marketing:

يكمن الدور الأساسي للتسويق بتحديد متطلبات الجودة للمستهلك والمصادر التي تساعد على ذلك متعددة منها:

- المعلومات المتعلقة بعدم رضا المستهلكين عن المنتوج من خلال شكاوي المستهلكين.
- التقارير التي ترفع من قبل مندوبي التسويق.
- ورش الصيانة.
- المقارنة بين حجم المبيعات وحجم الإنتاج.
- مبيعات الأدوات الاحتياطية.
- تقارير المختبرات المستقلة الخاصة بجودة المنتوج.

التصميم Design:

أما دور التصميم فإنه يكمن بترجمة متطلبات الجودة للمستهلك إلى خواص تشغيلية ومواصفات محددة وتفاوتات ملاءمة للمنتوج الجديد أو تعديل المواصفات للمنتوج القائم، وكل ذلك مقرون بتحقيق فكرة أن أفضل التصاميم هي الأسهل في الاستعمال والأقل كلفة في الإنتاج.

والجدير بالإشارة أن التحديد الدقيق للتفاوت، الذي هو مقدار التغير المسموح به في خاصية الجودة، أمر يتوجب إيلاءه العناية المتناسبة مع أهميته؛ وذلك لأن التفاوتات المشددة ترفع من كلف الإنتاج وكلف الجودة، وعليه فإن عملية الموازنة بين الدقة المطلوبة وكلفة التوصل إليها مسألة ضرورية؛ لضمان الحصول على الجودة المناسبة التي تلبي متطلبات المستهلك بأقل الكلف الممكنة.

وانطلاقاً من الخبرة التي اكتسبتها الدول المتطورة صناعياً في هذا المجال، والمتمثلة بصعوبة التحديد الدقيق للتفاوتات لكافة خواص الجودة، وانخفاض مستوى النوعية والمعولية للمنتجات المعقدة، وارتفاع كلف تصنيعها؛ يلجأ المصمم إلى الاستعانة

بالأنظمة القياسية للأبعاد والتفاوتات لإحكام عملية الموازنة فضلاً عن مزج ذلك بخبرته وقناعته واستناداً للأداء الفعلي السابق على أن:

- يحدد جودة المواد والأجزاء التي ستستخدم في تصنيع المنتوج من حيث خواصها الفيزيائية ومعوليتها ومعايير قبولها.
- يضمن متطلبات سهولة استعمال المنتوج وإدامته وصيانته.
- يوفر جوانب السلامة والأمان عند استخدام المنتوج من قبل المستهلك.

المشتريات Purchasing:

من البدهي أن يقع على عاتق المشتريات تدبير المواد والأجزاء طبقاً للمواصفات المحددة من قبل قسم التصميم وفئات المشتريات بالأنواع الآتية:

- مواد قياسية مثل لفات صلب أو زوايا حديدية.
- أجزاء رئيسة تؤدي إحدى الوظائف الأولية للمنتوج.
- أجزاء قياسية رئيسة وثانوية مثل أجزاء الربط والمسننات والأجزاء الإلكترونية.. الخ.

ولغرض تحديد مقدرة المجهز على تجهيز المواد والأجزاء المطلوبة بالوقت المحدد وبالجودة المقررة ينبغي زيارة مصانع المجهز والوقوف ميدانياً على معدات إنتاجه والتسهيلات المتوفرة لديه وأساليب ضبط الجودة المعتمدة، وبعد التأكد من توافر هذه الإمكانيات تحصل القناعة على مقدرة المجهز النوعية. وبغض النظر عن ذلك يتوجب أيضاً مطابقة المواد والأجزاء المشتراة قبل تسلمها مع مواصفات الجودة بسحب عينات من إنتاج المجهز والإطلاع على سجلات التفتيش التي يتبعها المصنع وكذلك الشكاوي التي ترد إليه. وبغية تطوير جودة المواد والأجزاء المشتراة؛ يتعين تبادل المعلومات الإيجابية والسلبية بين المشتري والمجهز.

هندسة الإنتاج Production Engineering:

كما هو معلوم، أن مسئولية هندسة الإنتاج محددة بتطوير وسائل وأدوات وطرق الإنتاج لضمان تصنيع منتوج نوعي والخطوة الأولى بهذا الاتجاه تتمثل بمراجعة التصاميم ودراسة التفاوتات؛ للتأكد من مقدرة العمليات الإنتاجية على تحقيقها، وعندما تشير المعلومات بأن التفاوتات مشددة يتوجب إتباع أحد هذه الاختيارات:

- شراء معدات جديدة للإنتاج يمكنها تحقيق التفاوتات المشددة، وهذا يتطلب استثمارات جديدة.
- إعادة النظر بالتفاوتات من قبل مصمم المنتوج ودراسة إمكانية وضع تفاوتات بديلة أقل شدة يمكن لمعدات الإنتاج الموجودة تحقيقها.
- تبديل طريقة التصنيع.
- الاستمرار بالإنتاج مع عزل المنتجات المعيبة عن طريق التفتيش بنسبة 100٪.

إن دراسة مقدرة العملية الإنتاجية أمر في غاية الأهمية ؛لتحديد طريقة الإنتاج التي تؤثر بشكل مباشر على خفض كلفة المنتوج والزمن اللازم للإنتاج ورفع كفاية الأداء لهذا يمكن اعتبار هذه الدراسة إحدى التقنيات المتطورة لمهندس الإنتاج لتمكينه من:

- تحديد مقدرة العملية على تحقيق المواصفات.
- إحكام تتابع العمليات الإنتاجية؛ لتخفيض وقت المناولة والدورة الإنتاجية.
- تحديد مواقع العمليات التي تستدعي الدقة.
- تسهيل عمليات التفتيش النوعي.

الإنتاج Production:

من الطبيعي أن مسئولية الإنتاج محددة بتحويل التصاميم والمواد إلى منتجات بالجودة المطلوبة وتبدأ المسئولية بملاحظة الخطوط الإنتاجية من قبل المشرفين عليها بعد

تزويد العمال بالأدوات المتناسبة مع الجودة المطلوب التوصل إليها بنتيجة العمل، والإرشادات بخصوص طرق أداء العمل مع ضرورة تحذير العامل من الأخطاء التي قد يترتب عليها الابتعاد عن الجودة المحددة.

وإضافةً لما تقدم فإن مسئوليات الإنتاج وإدارته، الاهتمام بتدريب العمال؛ لرفع مهاراتهم وتعريفهم على مسببات انخفاض الجودة وطرق تلافيها والعمل على تطوير مواقفهم باتجاه الوعي بالجودة وممارسة مختلف أنواع الحوافز الإيجابية والسلبية المادية والمعنوية طبقاً للمواقف والحالات التي تستدعيها؛ بغية تعزيز هذا الاتجاه وتحويله لمنهج عمل ثابت.

التفتيش والفحص Inspection & Testing:

الواجب الأساسي للتفتيش والفحص متمثل بالتأكد من مطابقة المواد والأجزاء المشتراة والسلع المنتجة مع المواصفات. ولكي تضمن دقة نتائج هذه الفحوصات؛ ينبغي تزويد المفتشين بمعدات قياس دقيقة مع ضرورة التأكد من إدامتها ومعايرتها وضبطها باستمرار.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن كفاية نشاط تقويم جودة الإنتاج دالة لطريقة وإجراءات التفتيش من حيث العدد وطريقة أخذ العينات وتحديد مواقع الفحص، ولهذا بهدف الارتقاء بمستوى أداء الفحص والتفتيش إلى أقصى ما يمكن؛ يتوجب إحكام التعاون والتنسيق بين هندسة الإنتاج وضبط الجودة.

التغليف والنقل والتوزيع Packaging, transportation and distribution:

كما هو معروف لا يهتم المستهلك بالعوامل غير الإنتاجية التي تسبب حدوث النقص أو العيوب في المنتج بل يهتم بتسلم منتوج خالٍ من العيوب، ومن هذا المنطلق حددت مسئولية التغليف والنقل والتوزيع بالمحافظة على جودة المنتوج وحمايتها.

وبهدف تنفيذ هذه المهمة على الوجه المطلوب؛ لجأ الكثير من الشركات إلى جملة إجراءات منها:

- وضع مواصفات الجودة لحماية المنتوج أثناء النقل ولمختلف أنواع وسائل النقل (الشاحنات، والقطارات، والبواخر والطائرات) حددت فيها مقدار الاهتزازات والصدمات ودرجات الحرارة والرطوبة والغبار.
- تحديد المواصفات الخاصة بفاعلية المناولة عند التحميل والتفريغ وكذلك المواصفات والإجراءات؛ لضمان الخزن المناسب للمنتوج؛ بغية تقليل فرص الضرر بجودة المنتوج.
- وأحياناً تلجأ الشركات إلى تغيير تصميم المنتوج بما يلائم سلامته أثناء النقل والتوزيع بعد إعطاء مهمة التغليف لقسم هندسة الإنتاج.

خدمة المنتوج Product Service:

الواجب الرئيس لقسم خدمات المنتوج بعد البيع هو التأكد من استخدام المنتوج خلال عمره المتوقع بالشكل المطلوب. ولضمان تحقيق ذلك يتوجب على هذا القسم تزويد المستهلك بالأساليب الصحيحة لما يلي:

- تركيب ونصب المنتوج.
- إدامة وصيانة المنتوج.
- توفير الأجزاء الواجب استبدالها وتحديد فترة الاستبدال لها.

ومن الجدير بالإشارة، أن ضمان تحقيق ما تقدم من أساليب؛ يستدعي التعاون بين قسمي التسويق وخدمة المنتوج، لمتابعة أساليب استخدام المنتوج وتحليل النتائج، للتوصل إلى الجودة الأسهل استخداماً من قبل المستهلك.

ضبط الجودة Quality Control:

معروف لدى المعنيين بشئون التصنيع، أن مسئولية قسم ضبط الجودة تتمثل بمساعدة الأقسام الأخرى أثناء تنفيذها لواجباتها في المحافظة على الجودة من خلال تقويم أدائها وتحديد مناطق المشاكل النوعية وتقديم إرشادات الجودة؛ لتقليل هذه المشاكل أو الحد منها. من هنا يتضح أن مسئولية قسم ضبط الجودة في المنشآت الصناعية مسئولية غير مباشرة تجاه الجودة. وهذا يعني بتعبير آخر أن مسئولية المحافظة على الجودة وتحسينها هي مسئولية جميع الأقسام في المنشأة وتتحقق بإحكام التعاون التام فيما بينها.

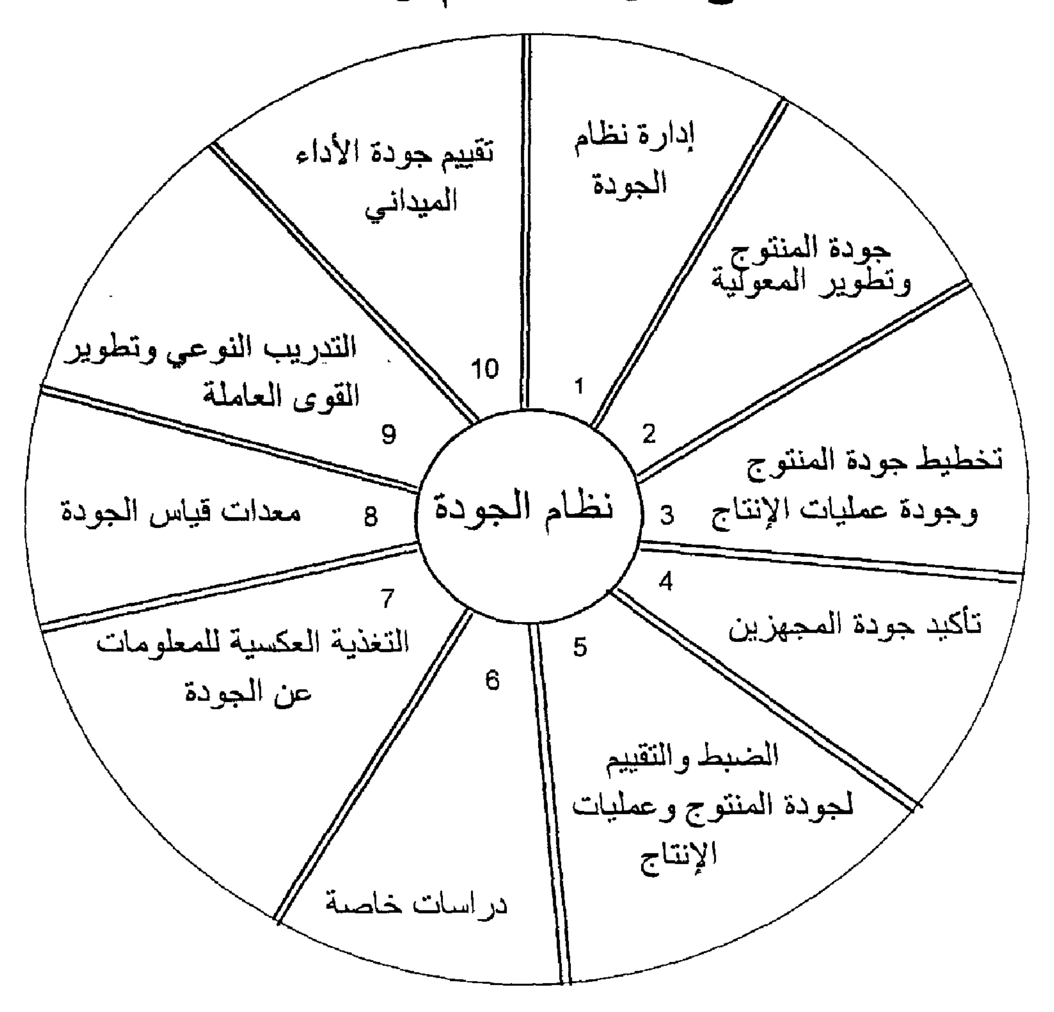
4.1 تأكيد الجودة والأنظمة الفرعية لتأكيد الجودة Qualityassuranceandsub-systems for quality assurance:

تأكيد الجودة هي طريقة فاعلة؛ للحصول والمحافظة على مستويات الجودة المستهدفة وأساسها متمثل بمسئولية ومهام جميع الأقسام في المنشأة. ويمكن تجزئة مهام ومسئوليات الأقسام إلى (10) أنظمة فرعية تمثل بمجموعها نظام تأكيد الجودة المتكامل وكما يلي:

1. نظام إدارة الجودة وواجبه الأساسي تخطيط الجودة وتنسيق التكامل التنظيمي بين الأنظمة الفرعية والسيطرة على فعاليات القياس.
2. نظام جودة المنتوج وتطوير المعولية، ويهتم بشكل رئيس بالخواص المميزة للجودة والمعولية في مرحلة التصميم طبقاً لمتطلبات السوق وحاجات المستهلك.
3. نظام تخطيط المنتوج وجودة عمليات الإنتاج، ويركز هذا النظام بشكل أساسي على السيطرة الفعلية على تخطيط الجودة والطرق والإجراءات التي تضمن تحقيق ذلك.

4. نظـام تأكيـد جـودة المجهـزين، ويهـتم بتخطـيط السـيطرة علـى نوعيـة المجهـزين ومسئولياتهم من خلال التقويم والإشراف على هذه الفعالية.
5. نظام الضبط والتقويم لجودة المنتوج وعمليات الإنتـاج، ويهـدف هـذا النظـام إلى ضمان مطابقة المواصفات مـن خـلال التـدقيق أثنـاء تنفيـذ العمليـات الإنتاجيـة ومعالجة الانحرافات والسيطرة عليها، فضلاً عن التدقيق النهائي لجودة المنتوج.
6. نظام الدراسات النوعية الخاصة ويتمثل بالدراسات الإحصائية والتحليلية بهـدف تشخيص المعوقات وإعطاء الحلول لها.
7. نظام التغذية العكسية للمعلومات عن الجودة وأهداف هذا النظام متمثلة بالآتي:
   - تقديم المشورة إلى الإدارة بخصوص الجودة.
   - اتخاذ القرارات بشأن الإجراءات الواجبة الاعتماد لتصحيح المسارات.
8. نظام معدات قياس الجودة ويهدف إلى ضمان دقة معايرة أجهزة وأدوات القياس، فضلاً عن معايير القياس.
9. نظام التدريب النوعي وتطوير القوى العاملـة ويركـز هـذا النظـام علـى التطـوير المستمر لمقدرة العاملين من خلال التدريب وإعادة التـدريب واكتسـاب المتـدربين الإمكانية على تحقيق الجودة المستهدفة بأقل نسب تلف ومعيب أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية، فضلاً عن تعميق الوعي النوعي لديهم.
10. نظام تقويم جودة الأداء الميداني والسيطرة عليه ويتم ذلك من خلال:
    - التغذية العكسية للمعلومات عن مستوى الأداء ونوعيته.
    - اتخاذ الإجراءات التصحيحية الميدانية أثناء تنفيذ المراحل الإنتاجية.
    - تطوير طرق الأداء بالشكل الذي يضمن تحسين جودة المنتوج.

والشكل (3.1) يوضح بشكل مختصر ما تقدم من أنظمة وصيغة تكاملها.



شكل (3.1) العناصر الرئيسة لنظام تأكيد الجودة

ومما يتوجب التنويه إليه؛ أن نظام تأكيد الجودة هو تقويم أو تدقيق لكلّ الأنظمة الفرعية؛ لتحديد مدى فاعلية أداء المهام؛ ويتم ذلك من خلال استمارات خاصة تعد لهذه الأغراض وكمثال على ذلك استمارة تقويم النظام الفرعي للتدريب النوعي وتطوير العاملين استمارة (1.1)، حيث يتم فيها تقويم كل عامل في النظام الفرعي طبقاً للدرجات الآتية:

- ضعيف جداً، ويساوي (صفر) درجة.
- ضعيف، ويساوي درجتين.

- مقبول، ويساوي (4) درجات.
- متوسط، ويساوي (6) درجات.
- جيد، ويساوي (8) درجات.
- جيد جداً، ويساوي (10) درجات.

وإضافةً لما تقدم يعطى وزن لكل عامل من عوامل النظام الفرعي على أساس أهميته النسبية بالمقارنة مع بقية العوامل، واستناداً لمعدلات قياسية وعلى أن يكون المجموع الكلي للأوزان 10 وحدات ومن ثم يضرب الوزن في عدد درجات التقويم لكل عامل وتجمع النتائج لكل العوامل؛ لتحديد درجة التقويم الكلية للنظام الفرعي. ومن خلال جمع نتائج الأنظمة الفرعية العشرة سوية يتحدد التقويم الإجمالي للجودة.

والجدير بالذكر، فإنه يتم التقويم سنوياً لتشخيص الأنظمة الفرعية أو العوامل داخل الأنظمة التي هي بحاجة إلى تطوير وتحدد نتيجة التقويم الكلية على أساس المقارنة مع الأداء السابق أو مع مؤشرات الجودة في المصانع الأخرى في الشركات المتعددة المصانع أو مع المنشآت المتماثلة بالتخصص وطبيعة ونوع المنتجات فيها.

عوامل النظام الفرعي لتقويم التدريب النوعي وتطوير العاملين	درجات التقويم (د)						عدد النقاط لكل عامل (د × و)	
	ضعيف جداً	ضعيف	مقبول	متوسط	جيد	جيد/جداً	الوزن (و)	عدد النقاط
	صفر	2	4	6	8	10		
1. موقف الإدارة والمشرفين تجاه نظام تأكيد الجودة الشامل								
2. درجة إتباع العاملين للطرق المفروضة للأداء								
3. مستوى التدريب الداخلي للمحافظة على الجودة								
4. مستوى التدريب الخارجي لطرق تحسين الجودة.								
5. درجة تقيد القائمين بالتفتيش بمسئولياتهم تجاه ضبط الجودة								
6. مؤهلات القائمين بالتفتيش								
7. مدى تطبيق المدققين لوظائف وفاعليات ضبط الجودة								
8. التحصيل العلمي والمهاري للمسؤولين عن تخطيط وتنفيذ الجودة								
درجة التقويم للنظام الفرعي	يتطلب تطوير				لا يتطلب تطوير		10	
					العدد الكلي للنقاط			

استمارة (1.1) نموذج لتقويم نظام من أنظمة تأكيد الجودة الشامل

أسئلة وتمارين الفصل الأول

1. تعرف الجودة على أنها رضاء المستهلك (أو ملاءمة الاستعمال) كما ويمكن أن تعرف أيضًا على أنها مطابقة المواصفات. من الناحية النظرية فإن وضع المواصفات الصحيحة والتصنيع بموجبها ينبغي أن يؤدي إلى رضاء المستهلك. عند مراجعة الحالات الأربع التالية:

   أ. مطابقة المواصفات تتعارض مع ملاءمة الاستعمال.

   ب. مطابقة المواصفات لا تتعارض مع ملاءمة الاستعمال.

   جـ. عدم مطابقة المواصفات يتعارض مع ملاءمة الاستعمال.

   د. عدم مطابقة المواصفات لا يتعارض مع ملاءمة الاستعمال.

   أي حالتين من الحالات الأربع السابقة غير مقبول ولكنه يحدث كثيرًا في الواقع العملي؟ أورد أمثلة على ذلك.

2. من المفاهيم الأساسية في ضبط الجودة السعي لتلبية حاجات الزبائن الخارجيين وكذلك داخل الشركة نفسها. عند اختيار إدارة التصميم والتطوير في الشركة كجهة منتجة بين ما يلي:

   أ. أي إدارات الشركة تعتبر زبائن لقسم التصميم والتطوير؟

   ب. ما هي باختصار متطلبات الزبائن والإدارة التي يجب الإيفاء بها؟

   جـ. ما هو المقياس الكمي للإيفاء بمتطلبات زبائن إدارة التصميم داخل الشركة؟

3. علل ما يلي مع أمثلة على ذلك:

   أ. جودة التصميم المنخفضة ليست بالضرورة عامل سلبي.

   ب. جودة المطابقة المنخفضة عامل سلبي دائما.

4. إن أهم مقياس لجودة المنتوج التي يحتاج لمعرفتها المديرون هي أداء المنتوج كما يراه:

أ. الزبون.

ب. القائم بالتفتيش النهائي.

جـ. الإنتاج.

د. التسويق.

5. المصنع الجيد الترتيب يعتبر عنصر جودة مهم لدى المزود المجهز بسبب ما يلي:

أ. يحفز على ظروف العمل الجيدة.

ب. يقلل من مخاطر الحريق.

جـ. يحسن من سلامة الأعمال.

د. ينعكس بصورة مناسبة على كفاءة وأداء المصنع.

هـ. جميع النقاط.

6. أهم خطوة عند التعاقد مع المجهزين الجدد:

أ. الحصول على نسخة من دليل المجهز.

ب. جعل مواصفات الجودة مألوفة لدى المجهز.

جـ. تحليل الدفعة الأولى من المجهز.

د. زيارة مصنع المجهز.

7. وجد في مرحلة المسح الذي سبق التعاقد مع مجهز خارجي إن لديه دليل لضبط الجودة. إن ذلك يدل على ما يلي:

أ. تم وضع نظام لضبط الجودة.

ب. إن نظام ضبط الجودة قيد التنفيذ.

جـ. إن للمجهز وعياً بالجودة وأهميتها.

د. جميع النقاط.

الفصل الثاني

عناصر نظام الجودة

Quality system elements

الفصل الثاني

عناصر نظام الجودة

Quality system elements

1.2 مبادئ نظام الجودة.

2.2 الجودة عند وضع المواصفات والتصميم.

3.2 الجودة عند الشراء.

4.2 ضبط جودة المنتوج.

5.2 ضبط جودة أدوات الفحص والقياس.

6.2 المناولة وأعمال ما بعد الإنتاج.

7.2 وثائق وسجلات الجودة.

1.2 مبادئ نظام الجودة Principles of quality system:

من البدهي وجوب تفاعل نظام الجودة مع كافة الأنشطة والمراحل ذات العلاقة والصلة بجودة المنتــوج أو الخدمة بدءًا بنشاط الإيفـاء بمتطلبـات وتوقعـات المسـتهلك ومروراً بالمراحل الإنتاجية التي تحقق ذلك وانتهاءً بتوزيع المنتجات ومساعدة المستهلك على إدامتها وتشتمل هذه النشاطات على [27]:

- التسويق وبحوث التسويق.
- هندسة التصميم ووضع مواصفات وتطوير المنتوج.
- المشتريات.
- تخطيط عمليات الإنتاج.
- الإنتـــاج.
- التفتيش والاختبارات والفحص.
- التغليف والخزن.
- التوزيع والبيـــع.
- المساعدة الفنية على التشغيل والإدامة.

وبصدد سياق التفاعل المتبادل للنشاطات في المنشأة يتعين التأكيـد المتميـز علـى نشاطي التسويق والتصميم نظراً لأهميتهما الخاصة للفعاليتين الآتيتين:

- للتحديد الـدقيق لحاجـات وتوقعـات المسـتهلك بغيـة ترجمتهـا كمتطلبـات جـودة للمنتوج.
- لتزويد المعلومات الضرورية لإنتاج سلع بالمواصفات المطلوبة وبأقل ما يمكـن مـن كلف.

1.1.2 بنية نظام الجودة The structure of the quality system:

من الثابت علمياً، أن الإدارة هي المسئول المباشر والرئيس عن وضع سياسة الجودة وعن القرارات التي تتعلق بوضع نظام الجودة والمباشرة بتطبيقه؛ ولهذا ينبغي تشخيص وتوثيق النشاطات المتعلقة بالجودة بصورة مباشرة أو غير مباشرة لاتخاذ الإجراءات التالية:

- تعريف واضح للمسئوليات العامة والخاصة عن الجودة.
- تحديد دقيق للمسئوليات والصلاحيات المخولة لكل فعالية تساهم في تحقيق الجودة، على أن تكون الصلاحيات والمسئوليات كافية للحصول على الجودة المقررة بالكفاية المطلوبة.
- تخويل المسئولية عن تأكيد الجودة داخلياً وخارجياً، إذا استدعت الضرورة لذلك، لأفراد من غير المساهمين بتنفيذ النشاطات ذات العلاقة بالجودة.
- تشخيص مشاكل الجودة القائمة والكامنة والمباشرة بإجراءات المعالجة والوقاية بالوقت المناسب في المواقع المشخصة.

ولضمان إحكام السيطرة على عملية اتخاذ ما تقدم من القرارات والإجراءات المناظرة والإشراف على تطبيقها يتوجب وضع البنية التنظيمية ذات العلاقة بنظام إدارة الجودة ضمن هيكل الإدارة العامة للمنشأة مع تحديد واضح المعالم للواجبات وخطوط الاتصال.

2.1.2 الموارد والأفراد Resources and personnel:

من الواضح أن يقع على عاتق الإدارة مسئولية توفير الموارد الضرورية لتطبيق سياسات الجودة التي تحقق أهدافها. ويمكن حصر أهم هذه الموارد بما يلي:

- موارد بشرية وبالمهارات المطلوبة.
- معدات تصميم وتطوير.

- أجهزة التصنيع.
- أدوات التفتيش والفحص والاختبار.
- معدات مراقبة وبرامج للحاسبات.

وبعد قيام إدارة المنشأة بتحديد عناصر الجودة المؤثرة في وضع السوق ووضع الأهداف المتعلقة بالمنتجات الجديدة يتعين تخصيص موارد المنشأة بطريقة مخططة في أوقاتها لضمان إنتاج السلع بالمواعيد المتفقة مع الأهداف العامة للمنشأة وسياسة التسويق فيها.

3.1.2 إجراءات تشغيلية Operating procedures:

يتوجب وضع نظام الجودة بطريقة تسهل عملية ممارسة المراقبة المناسبة على جميع الفعاليات المؤثرة في الجودة والأنشطة الوقائية لمنع المعوقات شريطة عدم التضحية بالقدرة على الاستجابة للتصحيح السريع للأخطاء حال حدوثها. كما ينبغي اتخاذ إجراءات تشغيلية تساعد على تنسيق النشاطات المختلفة مع نظام الجودة المعتمد لضمان تطبيق السياسات والأهداف لمختلف الفعاليات ذات التأثير على الجودة كالتصميم والتطوير والمشتريات والإنتاج والمبيعات. وقد أكد الواقع الصناعي على أن من المستلزمات الأساسية لنجاح التنسيق المشار إليه وضوح إجراءاته وسهولة تطبيقها.

4.1.2 تدقيق نظام الجودة Quality System Audit:

الهدف الأساسي من تدقيق نظام الجودة متمثل بتحديد مدى كفاءة جميع العناصر والمكونات العائدة للنظام ضمن مفهوم ومهام إدارة الجودة. ولتحقيق ذلك تضع المنشأة خطة ملاءمة للتدقيق تتضمن:

- أسس إجراء عملية التدقيق.
- المؤهلات المطلوبة للقائمين بالتدقيق.
- الأنشطة التي يتوجب تدقيقها.

- طريقة إعداد التقرير عن نتائج التدقيق، على أن يتضمن الاستنتاجات والاقتراحات.

أما عملية التقويم الشامل لعناصر نظام الجودة فيتوجب أن تتم من قبل أفراد مؤهلين أكفياء على أن تغطى المجالات الآتية:

- البنى التنظيمية.
- الطرق الإجرائية الإدارية والتشغيلية.
- عناصر الإنتاج الأساسية (الموارد والمكائن والأفراد العاملين عليها).
- مواقع العمل والعمليات الإنتاجية.
- السلع المصنعة للوقوف على درجة التطابق مع المواصفات من عدمها وتقديم المقترحات.
- التوثيق والتقارير والسجلات.

وجدير بالإشارة بصدد نشاط التدقيق وجوب تكليف أفراد من غير المشاركين بتخطيط وتنفيذ الجودة للقيام بهذه المهمة شريطة قيامهم بالتالي:

- تقديم المقترحات عن نتائج التدقيق بشكل موثق بغية دراستها وأخذها بعين الاعتبار من قبل المعنيين المتخصصين في المنشأة.
- تحديد النواقصومسبباتها واقتراح الإجراءات التصحيحية الملاءمة مع تبيان لأسباب عدم جدوى الإجراءات التصحيحية التي اقترحت بنتيجة التدقيقات السابقة.

5.1.2 مراجعة وتقويم نظام الجودة

Review and evaluate the quality system:

كما هو معلوم لدى المعنيين بشئون التصنيع، قيام إدارة المنشأة بتكليف أفراد من المتخصصين الأكفياء من غير المنفذين للجودة لمراجعة وتقويم نظام إدارة الجودة طبقاً لإجراءات تقويمية مستندة على أحكام شاملة تتضمن:

- نتائج التدقيق المرتكز حول العناصر المختلفة لنظام الجودة.

- الفعاليات الإجمالية لنظام إدارة الجودة لإنجاز أهداف الجودة المحددة.
- اعتبارات تحديث نظام إدارة الجودة تجاوباً مع التغيرات التي تفرضها التقنيات الحديثة ومفاهيم الجودة واستراتيجيات السوق.

وجدير بالذكر أن على المكلفين بعملية المراجعة والتقويم تقديم كشف تحليلي مفصل مقرون بالمقترحات والإجراءات الواجبة الاعتماد من قبل إدارة المنشأة لمواجهة المعوقات واعتبارات التحديث والتطوير في الجودة.

2.2 الجودة عند وضع المواصفات والتصميم

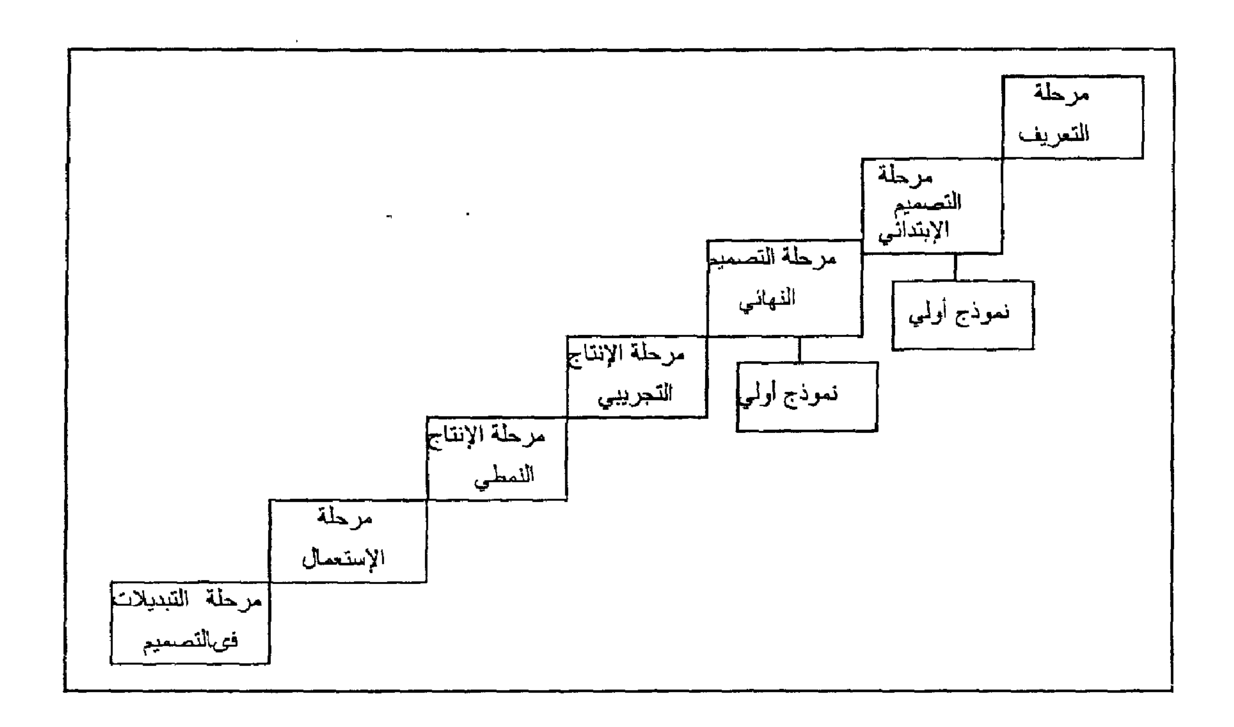
Quality in the Design & Specification Stage:

بعد الوقوف على متطلبات وتوقعات المستهلكين يتعين ترجمتها إلى مواصفات فنية ملزمة لكل من المواد والعمليات الإنتاجية وبالتالي للمنتجات النهائية وبشكل يضمن رضا المستهلك بجانب سعر بيع مقبول تحقيق عائد مقنع للاستثمار. أما التصميم فينبغي وضعه بالصيغة التي تضمن إمكانية تحقيقه والسيطرة عليه تحت ظروف الإنتاج والتجميع والتسليم، فضلاً عن التشغيل. ولهذا يتوجب على المصمم إيلاء الاهتمام المطلوب بجوانب الجودة في التصميم من حيث:

- وضوح الجوانب وإمكانية تنفيذها.
- تضمينها الخواص المميزة للجودة مثل معايير القبول والرفض.

ومن الجدير بالذكر، ولضمان تجديد التصميم أو تطويره وتطوير المسالك التكنولوجية المعدة لترجمته وتحديد درجة التفتيش المستخدمة ومدى تشابه هذا التصميم مع التصاميم المجربة المماثلة. فعلى الإدارة وضع برنامج زمني يتضمن مراحل تدقيق مناسبة لطبيعة المنتوج أثناء تصنيعه، وعند استخدامه لتقويم درجة تعقيده من عدمها وتحديد متطلبات تحديثه والشكل (1.2) يوضح مراحل دورة حياة المنتوج بدءاً بمرحلة التعريف ومروراً بمراحل الإنتاج والتبدلات في التصميم وانتهاءً بمرحلة

الاستعمال لدى المستهلك. والجدول (1.2) يبين الدوائر والأقسام التي تشترك في إنجاز هذه الفعاليات.



شكل (2-1) مراحل دورة حياة المنتوج [9] [33]

الفعاليــــة	الدوائر والأقسام المشاركة في إنجاز الفعاليات								
	البحوث التسويقية (1)	التسويق (2)	الصيانة والخدمات (3)	التطوير وتصميم المنتجات (4)	تخطيط الإنتاج (5)	الإنتاج (6)	المشتريات (7)	التفتيش (8)	ضبط الجودة (9)
1- مرحلة التعريف:									
- تحديد متطلبات المستهلك للجودة.	××	×		×					
- تعريف المنتوج الجديد.	×	×		××					
- وضع مواصفات المنتوج.				××					
2- مرحلة التصميم الابتدائي									
- فحص واختبار المكونات .				××					
- تصنيع نماذج تجريبية أولية.				××					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
- فحص واختبار وتحليل النماذج الأولية.				××					×
- مراجعة التصاميم			×	×	×		×		×
3- مرحلة التصميم النهائي									
- فحص واختبار المكونات (مستمر).				××					
- فحص واختبارات وتحليل النماذج التجريبية الأولية (مستمر).				××					×
- وضع التفاوتات وتصنيف الخواص.				××					
- وضع مواصفات المظهر.	×	×		××					
- تهيئة مواصفات المكونات				××					
- مراجعة التصاميم.			×	××	×				×
4- مرحلة الإنتاج التجريبي:									
- وضع خطة التصنيع.				×	××	×			×
- تصميم وطلب الأدوات والمعدات الأخرى					××	×			×
- تصميم وطلب المعدات النوعية.				×	×	×		×	×
- اختيار المجهزين.				×			××		×
- تقويم المجهزين الجدد (فيما يخص الجودة).				×			×		××
- وضع خطة التفتيش المرحلي				×	×			×	××
- وضع خطة التفتيش على المواد الواردة.								×	××
- فحص العينة الأولى.				×	×			×	××

الفعاليـــة	الدوائر والأقسام المشاركة في إنجاز الفعاليات								
	البحوث التسويقية (1)	التسويق (2)	الصيانة والخدمات (3)	التطوير وتصميم المنتجات (4)	تخطيط الإنتاج (5)	الإنتاج (6)	المشتريات (7)	التفتيش (8)	ضبط الجودة (9)
- تقويم الأجزاء التي ستستخدم في إنتاج الدفعات التجريبية وقبل التجريبية.									× ×
- الدفعات التجريبية وما قبل التجريبية					× ×	×		×	×
- اختبار وتقويم الوحدات المصنعة في المرحلة قبل التجريبية والتجريبية.				×					× ×
- مراجعة الوجبة التجريبية وما قبل التجريبية				× ×	×	×			×
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
- تخطيط صيانة ومعايرة معدات الجودة.								×	× ×
- تهيئة دليل الصيانة وقوائم الأجزاء الاحتياطية.			× ×	×					
- تهيئة دليل الاستخدام والعناية.		× ×	×	×					
5- مرحلتي الإنتاج النمطي والتبدلات في التصميم									
- وضع المراحل قيد العمل كما هي موصوفة.					×	× ×			
- تنفيذ التفتيش كما هو موصوف .								× ×	×
- التخلص من الأجزاء والمواد التي لا تطابق المواصفات.				×	×	×	×	×	× ×
- تحليل المرفوض الداخلي وكتابة التقارير .						×		×	× ×
- تقويم مستوى جودة المنتجات الخارجة .				×					× ×
- اختبار عمر المنتوج.				×					× ×
6- مرحلة الاستعمال									
- تحليل المرفوض الخارجي وكتابة التقارير.		×	× ×	×					×
- الإعداد للاجتماعات لغرض حل مشاكل الجودة.			×	×	×	×			× ×
- إعداد وكتابة تقارير كلف الجودة.									× ×

الجدول (1.2) المسئولية عن فعاليات الجودة في دورة حياة المنتوج

× × = مسئولية رئيسة　　　× = مسئولية ثانوية

1.2.2 مراجعة التصاميم Design Review:

كما هو معروف تتم مراجعة نظامية دقيقة وموثقة من قبل لجنة تضم في عضويتها ممثلين عن كل وظيفة من الوظائف المؤثرة في الجودة بعد الانتهاء من كل مرحلة من مراحل تطوير التصميم، وذلك لتشخيص المعوقات والنواقص وتوقعات حدوثها بغية المباشرة باتخاذ الإجراءات التصحيحية التي تضمن إنتاج السلع بالمواصفات التي تواجه توقعات المستهلك وتفي بحاجته.

2.2.2 عناصر مراجعة التصميم Design Review Elements:

بالإمكان حصر أهم عناصر مراجعة التصميم والمنتوج بالفقرات الآتية:

1.2.2.2 الفقرات المتعلقة بحاجات ورضا المستهلك وأهمها

Elements Relating to the Needs & Consumer Satisfacion:

- إجراء مقارنة بين حاجات المستهلك المثبتة في وصف المنتوج وبين المواصفات المحددة للمواد والأجزاء وطرق الإنتاج.
- مدى صلاحية التصميم من خلال فحوصات النموذج الأول.
- قابلية الأداء تحت ظروف وبيئة الاستخدام.
- مدى الأخذ بالاعتبار الاستخدام غير المقصود أو الخاطئ.
- الانسجام مع متطلبات البيئة والسلامة عند استعمال المنتوج.
- الاستجابة للمتطلبات القانونية والمواصفات القياسية القطرية والدولية.
- المقارنة مع تصاميم منافسة.
- المقارنة مع تصاميم مشابهة لتلافي تكرار مشاكل الجودة.

2.2.2.2 الفقرات المتعلقة بمواصفات المنتوج ومتطلبات الخدمة وأهمها

Elements Relating To Product Specifications & Servicing Requirements:

- متطلبات المعولية وقابلية الخدمة والإدامة.
- التفاوتات المسموحة بالمقارنة مع مقدرة عمليات الإنتاج.
- مقاييس قبول ورفض المنتوج
- قابلية التركيب وسهولة التجميع ومتطلبات الخزن ومدته.
- الخواص المميزة المتعلقة بالسلامة.
- المواصفات الجمالية ومعايير القبول.
- تحليل أنواع الفشل والأخطاء ونتائجها.
- القابلية على تشخيص وتصحيح الانحرافات.
- متطلبات وضع العلامات وتعليمات الاستخدام.
- استخدام أجزاء قياسية.

3.2.2.2 الفقرات المتعلقة بمواصفات عملية الإنتاج ومتطلبات الخدمة وأهمها

:Elements Relating to Production Processes & Servicing

- قابلية تصنيع التصميم بما في ذلك متطلبات عمليات الإنتاج الخاصة، المكننة، الأتمتة، التجميع وتركيب المكونات.
- المقدرة على تفتيش وفحص التصميم.
- مواصفات المواد والأجزاء والجاميع الثانوية.
- متطلبات التغليف، المناولة، الخزن ومدته، مستلزمات السلامة عند استعمال المنتوج.

وجدير بالإشارة، أن التحقق من التصميم يتم إما بواسطة النموذج الأولي بعد تحديد برنامج الاختبار بوضوح أو بإجراء حسابات بديلة للتأكد من صحة الحسابات

وتحليلاتها. ويتوجب توثيق نتائج مراجعة التصميم النهائية بشكل مواصفات ورسوم بغية تعريف الخطوط الأساسية للتصميم المحدث بشكل أدق وبصيغة أكثر ملاءمة للاستخدام.

4.2.2.2 مراجعة استعداد السوق لتقبل المنتوج

Review the market readiness to accept the product:

يتعين تضمين نظام الجودة مراجعة استعداد السوق لتقبل المنتوج للوقوف بصورة أدق على مدى كفاية ومقدرة المنتوج الجديد أو المنتوج المحدث تصميمه بعد التأكد من:

- توفير الأدوات الاحتياطية.
- وجود جهة ملاءمة للتوزيع وخدمة المستهلكين.
- توفير أدلة التركيب والتشغيل والإدامة والتصليح.
- تعريف المستهلك بطرق الاستخدام الصحيحة.
- نجاح التجارب الميدانية وإكمال فحوصات التأهيل.
- تفتيش الوحدات المنتجة مبكراً بما في ذلك التغليف ووضع العلامات.
- وضوح مقدرة العملية على الإيفاء بالمواصفات المقررة لمعدات الإنتاج.

5.2.2.2 السيطرة على تغيرات التصميم (نقل التغيرات) Design Changes Control:

ينبغي تضمين نظام الجودة طريقة للسيطرة على تغيير الوثائق الأساسية للمنتوج وطرق تنفيذ الأعمال الضرورية لإجراء التغيرات التي تؤثر على المنتوج خلال دورة حياته، على أن تخضع هذه الطرق التنفيذية للإجراءات التصديقية الأصولية. ولتطبيق التغيرات يتوجب سحب الخرائط والمواصفات القديمة وتجهيز الأماكن بالخرائط

الجديدة تمهيداً لتنفيذها طبقاً لجدول زمني يحدد لهذا الغرض ويسمى نشاط السحب والتجهيز بعملية نقل التغيرات.

3.2 الجودة عند الشراء Quality of Purchase:

إن المواد والأجزاء والمجاميع المشتراة من الغير ستكون جزءاً من منتوج المنشأة فيما بعد وسوف تؤثر مباشرة على جودة المنتجات، لهذا يتعين التخطيط الدقيق وإحكام المراقبة عليها، ويتم ذلك على الأغلب من خلال إقامة علاقات عمل فنية ونظام المعلومات المرتدة مع كل مجهز. وقد أثبت الواقع، على أن مردود إقامة مثل هذه العلاقة ونظام إعادة المعلومات مفيد لكل من المجهز والمنتج، حيث يساعد الأول على تحسين جودة إنتاجه والثاني على تقليل خدمات ما بعد البيع لمنتجاته وسرعة تسويقها. وبشكل عام يتضمن برنامج الجودة عند الشراء على العناصر الآتية:

1.2.3 متطلبات المواصفات والخرائط وأوامر التجهيز

Requirements of Design Specifications, and Purchasing orders:

إن النجاح في توفير مستلزمات الإنتاج يستدعي تحديد دقيق للمتطلبات، ولهذا يتوجب تضمينها بوضوح في العقد والخرائط وأوامر الشراء التي ترسل للمجهز. وعليه يتعين على قسم المشتريات وضع طرق ملاءمة لتحديد متطلبات الجودة بدقة بحيث تكون مفهومة من قبل المجهز وذلك من خلال:

- تضمين الوثائق ببيانات المنتوج المتعاقد عليه بالوضوح المطلوب.
- تعريف واضح للتصاميم والمواصفات المتعلقة بها.
- تعليمات التقييس والمواصفات القياسية ذات العلاقة.
- نظام الجودة المعتمد في المنشأة.

2.3.2 اختيار مجهزين مؤهلين Choosing Qualified Vendors:

إن العناصر التي تبرهن على كفاءة ومقدرة المجهز على تقديم تجهيزات تفي بمتطلبات المواصفات والخرائط وأوامر الشراء متعددة من أهمها:

- التقويم الموقعي لمقدرة المجهز ونظام الجودة لديه.
- تقويم نماذج من إنتاجه.
- التجربة السابقة للتجهيزات المماثلة ونتائجها.
- السمعة التجارية للمجهز.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن من أهم مسئوليات المجهز تأكيد جودة تجهيزاته من خلال طريقة أو أكثر من الطرق التالية:

- اعتماد المشتري على نظام تأكيد الجودة للمجهز بعد التأكد من رصانته ميدانياً.
- تقديم المجهز البيانات عن نتائج التفتيش والفحص وسجلات مراقبة العمليات مع الدفعات المجهزة.
- أسلوب الفحص أو التفتيش بنسبة 100٪ المتبع من قبل المجهز.
- تطبيق المجهز لنظام الجودة الذي يطلبه المشتري.

3.3.2 سجلات التسليم الخاصة بالجودة: Records of the quality of Delivery

يتعين تنظيم سجلات تسليم مناسبة لدى المشتري لضمان توفير بيانات تاريخية لتقويم أداء المجهزين واتجاهات الجودة، إضافة إلى ذلك فمن الضروري تنظيم سجلات تعريف الدفعات وذلك بغية تقصي آثارها ومتابعتها.

والاستمارة (1.2) تمثل سجل الجودة للمواد المُسلَّمة لغرض توفير البيانات التاريخية لتقويم المجهزين.

4.2 ضبط جودة المنتوج Product Quality Control:

من الثابت علمياً، إتباع المنشآت الصناعية أسلوبين لضبط جودة المنتوج يتمثل الأول بإحكام المراقبة على المنتوج أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية والثاني بالتحقق من مطابقة المنتوج الجاهز للمواصفات المقررة وكما يلي:

اسم الجزء:	رقم الجزء:	التغيرات السابقة:
اسم المجهز:		

تاريخ التسليم	حجم الدفعة	العينة		النتيجة			الملاحظات	تقرير التفتيش	اسم الفاحص
		عدد الوحدات	عدد المعيبات	مقبولة	مقبولة كما هي	مرفوضة			

شكل (2-1) سجل جودة المواد المستلمة من المجهزين

1.4.2 ضبط جودة المنتوج أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية

In- Process Quality Control:

يتم ضبط جودة المنتوج أثناء تنفيذ المراحل الإنتاجية من خلال اختيار مواقع إنتاجية معينة بغية سحب عينات منها للتحقق من مطابقتها مع المواصفات المحددة لها. ومن الجدير بالإشارة، أن هذه الفعالية تتكرر بفترات زمنية متعاقبة تعتمد مدتها بين كل فحص وآخر، وكنتيجة لذلك عدد الفحوصات في وجبة العمل الواحدة، على الأهمية الخاصة المميزة للمنتوج فضلاً عن سهولة الفحص من عدمه في المرحلة المعنية من الإنتاج، على أن تبدأ فعاليات الفحص من أقرب مرحلة من مراحل الإنتاج المتتابعة، ويشمل الفحص بهدف التحقق من جودة المنتوج على جملة فحوصات في مقدمتها:

- تفتيش العينة الأولى من قبل الفاحصين.
- الفحص من قبل منفذ العملية (مشغل الماكنة).
- التفتيش والفحص الآلي.
- الفحص في محطات التفتيش الثابتة الموجودة بمسافات معينة على طول الخطوط الإنتاجية.

2.4.2 التحقق من جودة المنتوج الجاهز Ready Product Quality Verification

كما هو معلوم يتم التحقق من ضبط الجودة النهائي بإتباع أحد أو كلا الأسلوبين الآتيين:

- أسلوب فحوصات القبول المتمثل إما بالتفتيش بنسبة 100٪ أو أخذ عينات من الدفعة الجاهزة بأوقات ثابتة وبصورة مستمرة بغية التأكد من أن الدفعات المنتجة مطابقة لشروط الأداء ومتطلبات الجودة المفروضة.

- أسلوب العينة الواحدة ويتمثل هذا الأسلوب بسحب عينة واحدة من الوحدات المنتجة لتمثل دقة الإنتاج للسلع الجاهزة بالكامل.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن للأسلوبين المشار إليهما في أعلاه فائدة أخرى مضافة عدا المساعدة على اتخاذ الإجراءات التصحيحية بالوقت والمكان المطلوبين، تكمن بتوفير قاعدة للمعلومات العكسية يستفاد منها بشكل فاعل في تطوير التصاميم ومواصفات الجودة وطرق الأداء. وإعادة فحص وتفتيش المنتجات التي تم تطويرها طبقاً

لما سبق سيكون خير تأكيد على سلامة الإجراءات من عدمها واتخاذ القرار النهائي بصدد ذلك في ضوء النتائج.

النموذجان (2.2) و(3.2) يوضحان أسلوب تفتيش العينة الأولى من قبل الفاحصين والتفتيش على المنتوج أثناء تنفيذ المراحل الإنتاجية طبقاً للمسلك التكنولوجي المعتمدة.

5.2 المراقبة على أدوات الفحص والقياس

Monitoring the Measuring & Testing Tools:

ينبغي إحكام المراقبة المطلقة على جميع أنظمة القياس المتبعة في مراحل تصميم وتصنيع وتجميع المنتوج وذلك لأن اتخاذ القرارات بصدد الإجراءات التصحيحية يعتمد بشكل أساسي على دقة نتائج القياس فإذا كانت نتائج القياس متسمة بالدقة المطلوبة فستكون القرارات المتخذة فاعلة والعكس وارد، لهذا يتوجب ممارسة المراقبة المحكمة على:

- المعايير والجسات.
- أدوات القياس ومعدات الفحص الخاصة.

- براجيات الحاسبات ذات العلاقة.

- قوالب القياس والتراتيب.

إضافة لما تقدم يتعين ممارسة نفس النشاط على أجهزة المراقبة على العمليات الإنتاجية لأنها، وكما أثبت ذلك الواقع الصناعي المعاش، تؤثر بشكل فاعل على الخواص المميزة للمنتوج وبالتالي على مجمل المراحل التصنيعية اللاحقة. أما العوامل الواجبة الاعتماد للمراقبة المتكاملة على طرق القياس ومعدات الفحص فيمكن إيجازها بما يلي من نقاط:

1. المواصفات والخواص بما في ذلك المدى، والانحراف المعياري، الدقة والمعولية وتحت ظروف بيئية معينة ولمدة الخدمة المحددة.
2. المعايرة الأولية قبل الاستخدام بغية التصديق على الدقة.
3. الاسترجاع بفترات منظمة بهدف:
   - إعادة الضبط.
   - التصليح والمعايرة شريطة أخذ مواصفات الشركة المنتجة بعين الاعتبار.
   - نتائج المعايرة السابقة.
   - طريقة ومدى الاستعمال.
   - أسلوب إدامة الدقة المطلوبة عند الاستخدام.
4. التوثيق وعلى أن يتم من خلال استمارة خاصة تعد لهذا الغرض تتضمن:
   - تعريفاً واضحاً للأدوات.
   - فترة إعادة المعايرة.
   - حالة المعايرة وإجراءات الاسترجاع
   - المناولة والخزن.

- الضبط والتصليح.
- المعايرة والاستخدام.

5. التطابق ويقصد به الرجوع لمواصفة مناسبة قطرية أو دولية ذات دقة معروفة ومستقرة.
6. الشمولية، ويقصد بها توسيع نطاق السيطرة على معدات الفحص والقياس والإجراءات المتعلقة بها لتشتمل جميع المجهزين لمستلزمات الإنتاج.

<table dir="rtl">
<tr><td colspan="2">اسم الجزء</td><td>رقم الجزء</td><td colspan="4">التغيرات</td><td colspan="2">رقم الصفحة</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">الجهز أو القسم المصنع</td><td>رقم الطلبية</td><td colspan="4">الكمية المستلمة</td><td colspan="2">تاريخ التسليم</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td colspan="4"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">رقم تقرير التفتيش</td><td>القسم</td><td>إعداد</td><td colspan="2">تاريخ الإصدار</td><td>رقم القالب</td><td>اسم الفاحص</td><td>تاريخ التفتيش</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">التسلسل</td><td rowspan="2">القياس أو الخاصية</td><td colspan="6">رقم الوحدة (الأرقام التي تحتها خط تمثل الانحراف)</td><td rowspan="2">الملاحظات</td></tr>
<tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td colspan="2">4</td><td>5</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td colspan="2"></td><td></td><td></td></tr>
</table>

شكل (2.2) نموذج تفتيش العينة الأولى

وبهذا الصدد ينبغي التنويه إلى أن اتخاذ القرارات لإجراء التصحيحات من عدمه يعتمد على ظهور حالة من الحالتين الآتيتين:

- عندما تكون نتائج عمليات القياس خارج حدود الضبط المحددة.
- عندما تكون معدات الفحص والقياس خارج حدود المعايرة المتعارف عليها طبقاً لنوعية الإنتاج المستهدفة.

وفيما يتعلق بالأعمال المنجزة يتوجب القيام بعملية تقويم لتلك الأعمال من خلال فحصها للوقوف على مدى تأثير الانحرافات الحاصلة عليها بغية اتخاذ إحدى القرارات التالية بصددها:

- إعادة الفحص بعد تدقيق المعايرة.
- أو إجراء التصحيحات الجزئية الممكنة.
- أو الرفض التام للعمل.

ومهما كانت نتائج القرار الأخير وطبيعته فمن الضروري البحث عن مسببات الانحرافات لمواجهتها وضمان عدم تكرار حدوثها. وقد أكدت تجارب الدول المتطورة بهذا الصدد [28] أن أسلم أسلوب لتلافي تكرار مسببات الانحرافات في القياس، وكنتيجة لذلك إحكام المراقبة على الاستثمارات والكلف المضافة الاستعانة بتسهيلات وخبرة مؤسسة خارجية متخصصة بنشاط القياس وخدمات المعايرة بهدف تقديم الإرشادات العملية لضبط الفعالتين والأجهزة المستخدمة لهذا الغرض.

6.2 المناولة وأعمال ما بعد الإنتاج Product Handling:

معروف لدى المعنيين بشئون التصنيع، أن نشاط مناولة المواد أي المواد الواردة لمواقع العمل أو الخطوط الإنتاجية والمواد في مراحل التصنيع المتتابعة كافة والسلع الجاهزة يستدعي تخطيطاً دقيقاً ونظاماً موثوقاً به للسيطرة على هذه الأنشطة بالصيغ الاقتصادية المستهدفة بجانب المحافظة على جودة الإنتاج فيها، وذلك لأن مهام هذه الفعالية لا يقتصر على نشاط التجهيز فحسب، بل يستمر ولحين وضع المنتوج قيد الاستعمال هذا من زاوية ومن زاوية أخرى فإن ضعف السيطرة على هذا النشاط الحيوي في أي منشأة صناعية وكما أكدت ذلك التجارب الميدانية المتفحصة [7]، يترتب عليه كلف إضافية بنتيجة التأخير والتوقفات التي تحصل في محطات العمل

والإضرار بجودة المنتجات أثناء النقل والمناولة ويمكن إيجاز أهم الأنشطة الواقعة ضمن الإطار العام للمناولة وأعمال ما بعد الإنتاج بما يلي:

1.6.2 المناولة والخزن Handling and Storage:

لا خلاف على أن كفاية نشاط نقل ومناولة المواد يعتمد على التطبيق الصحيح لقواعد التحميل وعلى نوع الحاويات والأحزمة الناقلة، فضلاً عن استخدام وسائل نقل أو مناولة متوفر فيها متطلبات منع الأضرار الناتجة عن الاهتزازات والصدمات والحك والتآكل، وبهدف منع أو تقليل الأضرار ينبغي العناية بتوفير ما تقدم من مستلزمات وممارسة نشاط التدقيق على إتباع الضوابط الواجبة الاعتماد لفعاليات التحميل والتفريغ.

أما الخزن، وكما هو معروف، فإنه محكوم بتوفير الشروط التخزينية المتناسبة مع الخواص الكيماوية والفيزيائية للمواد الأولية المصنعة جزئياً والسلع الجاهزة. وفي مقدمة هذه الشروط درجات الحرارة ونسب الرطوبة في المخازن، لهذا يتعين إجراء تدقيق دوري على المواد المخزنية بهدف التأكد من سلامتها ومقاومتها للظروف الجوية واتخاذ الإجراءات المطابقة لمواصفات التخزين بعكس ذلك.

ومسايرة للتقدم الحاصل في علم التسويق وبحث السوق وإطالة العمر الإنتاجي للسلع الجاهزة ينبغي وضع علامات تعريفية واضحة المعالم على المنتوج الجاهز فضلاً عن استمارة تعريف مبين فيها ضوابط الاستخدام وأساليبه الصحيحة وطرق الإدامة والصيانة بمختلف أنواعها والفترات الزمنية المناظرة لكل نوع، على أن تبقى هذه العلامات التعريفية واستمارة التعريف سالمة بغية التمكن من تشخيص مسببات قصور المنتوج في حالة استرجاعه ضمن فترة الضمان المحددة من قبل الجهة المنتجة أو عند ضرورة إجراء فحص خاص عليه.

2.6.2 التغليف Packaging:

من المؤكد، أن المحافظة على جودة المنتوج وإطالة عمره الإنتاجي واستخدامه بالشكل الصحيح يلزم المنشأة المصنعة بضرورة تهيئة وثيقة للتعليمات تتضمن:

- طريقة التعبئة والتغليف لمنع الرطوبة وعزل تأثير الصدمات والاهتزازات أثناء النقل.
- أسلوب ترتيب المنتج الجاهز داخل صناديق الشحن لمقاومة تأثير الحركة والحك والتآكل.
- الشروط المطلوبة لنصب وتركيب المنتج.
- ضوابط التنظيف والإدامة والصيانة والفحوصات الدورية.
- عوامل تدني الجودة، المعولية، الأمان عند الاستخدام وسلامة العاملين عليها بهدف الابتعاد عنها.

3.6.2 التجهيز وخدمات ما بعد البيع: Delivery & After sale Services

يقتضي سياق ما بعد البيع وبالحالة العامة استحداث نظام متابعة للتأكد من درجة إيفاء المنتج الجاهز لمتطلبات الجودة للمستهلك وبالأخص المعولية والأمان.

أما المنتجات الجديدة فإنها تستدعي نظام إنذار مبكر لمراقبة خواص الجودة للمنتوج عند الاستخدام بهدف تحليل مسببات النواقص والعمل على معالجتها بعد الوقوف على:

- حالات القصور في الأداء المتأتية بسبب المنتج الجاهز وليس القائم بتشغيله.
- حالات الفشل وتكرار التوقفات بغض النظر عن إجراء الصيانة بمواعيدها المحددة وطبقاً للمواصفات المطلوبة.

أما التجهيز ومدى علاقته بالجودة فيتعين بغية إحكام السيطرة تحديد:

- مدة وشروط الخزن لكل نوع من أنواع المنتجات الجاهزة.

- الضوابط والإجراءات التي تمنع وصول أي منتج تالف للمستهلك.
- المنتجات التي تحتاج لحماية ورعاية خاصة أثناء النقل.

7.2 الوثائق وسجلات الجودة
QualityRecordsand Documentation

من المسلم به أن تشغيل نظام إدارة الجودة بالكفاية المستهدفة يستدعي وجود جملة وثائق وسجلات تتعلق بكل من المجهز والجهة المنتجة والمستهلك بما يخص جودة المواد المجهزة وجودة الإنتاج والسلع الجاهزة وطريقة التشغيل لدى المستهلك ومدى إيفائها بمتطلبات الجودة المحددة، إضافة إلى وجود سياسات موحدة تخص إجراءات تغيير وتطوير هذه الوثائق والسجلات.

1.7.2 وثائق الجودة Quality Documents:

إن متابعة الإنجازات النوعية للمنتوج والعمليات المؤثرة على نظام الجودة يتطلب بلا شك توفير وثائق كافية متصفة بالوضوح وحداثة المعلومات، فضلاً عن طريقة إتلاف الوثائق القديمة. ومن أهم الوثائق لنظام الجودة:

- الرسوم الهندسية.
- المواصفات.
- المخططات.
- تعليمات التفتيش.
- طرق الفحص.
- تعليمات العمل.
- الوثائق التكنولوجية.
- دليل الجودة.
- طرق التشغيل.
- الأساليب الإجرائية لتأكيد الجودة.

2.7.2 السجلات النوعية Quality Records:

مما لاشك فيه، أن نظام الجودة بحاجة إلى سجلات أيضاً لإثبات تحقق الجودة المطلوبة وفعالية عمليات نظام إدارة الجودة. ويتعين حفظ هذه السجلات بطريقة سهلة يمكن بواسطتها استعادة السجلات بسرعة عندما تستدعي الضرورة ذلك لأغراض التحليل وتشخيص اتجاهات الجودة والوقوف على نوع الحاجة إلى إجراءات تصحيحية ومدى فاعلية كل منها، على أن يتم الحفظ ضمن ضوابط ومستلزمات حماية الوثائق من الفقدان والتلف والإضرار بنتيجة بيئة الخزن وظروفه وأسلوب الاستخدام وطريقة الاسترجاع. ومن أهم السجلات النوعية ما يلي:

- تقارير التفتيش.
- بيانات الفحص.
- تقارير التأهيل.
- تقارير المصادقة.
- تقارير التدقيق.
- تقارير مراجعة المواد.
- بيانات المعايرة.
- تقارير كلف الجودة.

اما مواصفة الايزو 9001 :2008 الخاصة بنظام ادارة الجودة فيتطلب بموجبها 19 سجل [42].

الفصل الثالث

الأساليب الإحصائية المستعملة في ضبط الجودة

Statistical Tools Used in Quality Control

الفصل الثالث

الأساليب الإحصائية المستعملة في ضبط الجودة

Statistical Tools Used in Quality Control

1.3 التوزيع التكـــراري Frequency Distribution.

2.3 مقاييس النزعة المركزيـة Measures of Central Tendency.

3.3 مقايـــيس التشـــتت Measures of Dispersion.

4.3 مفهوم المجتمع والعينــة Population & Sample.

5.3 منحنى التوزيع الطبيــعي Normal Distribution Curve.

6.3 نظرية الاحتمالات Probability Theory.

7.3 التوزيعات الاحتمالية المنفصلة والمستمرة.
Discrete and Continuous Distributions

8.3 العلاقة بين التوزيعــات الاحتمالية
Relation Between Probability Distributions.

من الثابت علمياً، أن اتخاذ أي قرار يعتمد بشكل رئيسي على أساس المعلومات التي يتم الحصول عليها من بيانات مجمعة وأحياناً على أساس الخبرة المتراكمة لمتخذ القرار لمشاكل سابقة مشابهه. وكما هو معلوم فإن البيانات التي يتم تجميعها عن العمليات الإنتاجية داخل المنشآت الصناعية تتغير بتغير طرق التصنيع. وبالحالة العامة فإن البيانات بأنواع مختلفة طبقاً لمصادر تجميعها وأصناف متعددة وفقاً لإمكانية قياسها من عدمه. فمن حيث المصادر البيانات بالأنواع الآتية:

- بيانات تساعد على فهم الواقع مثل البيانات الخاصة بالنسبة المئوية للأجزاء المعابة في الدفعات الواردة.
- بيانات لغرض التحليل مثل بيانات اختبار العلاقة بين السبب والنتيجة.
- بيانات لمراقبة العمليات الإنتاجية وتحديد طبيعتها من حيث إحتياجها لإتخاذ إجراءات من عدمه.
- بيانات للضبط والتنظيم مثل البيانات الخاصة للمحافظة على مستوى الحرارة القياسية لفرن كهربائي.
- بيانات القبول أو الرفض لإتخاذ القرار بعد إجراءعمليات التفتيش.

ويمكن تقسيم البيانات طبقاً لإمكانية قياسها وطبيعتها إلى الأنواع التالية:

- بيانات قابلة للقياس مثل الطول، الوزن، الزمن ... الخ.
- بيانات قابلة للحساب مثل عدد العيوب، النسبة المئوية للمعاب...الخ.
- بيانات فحص المميزات النسبية مثل درجات القصور، درجات التمييز...الخ.
- بيانات فحص المستوى ويعبر عنها بنقاط مثل نقاط القصور، نقاط التقييم...الخ.

1.3 التوزيع التكراري Frequency Distribution

كما هو معروف فإن كل منشأة صناعية تقوم يومياً بتجميع أنواع مختلفة من البيانات، مثل بيانات عن كمية الإنتاج والنسبة المئوية للمعيب ومعدل التشغيل والغيابات...الخ.

بهدف تمكين متخذ القرار على إتخاذ قرارات صائبة لتعديل الانحرافات الحاصلة في العمليات الإنتاجية من خلال الإجراءات الكفيلة بمواجهتها.

وقد أثبت الواقع، وبشكل لايقبل الشك، على أن دقة القرار والإجراءات المناظرة له تعتمد بشكل أساسي على حساب المتوسط الحسابي والتشتت للبيانات المجمعة، لأنهما يساعدان على الوقوف على الشكل الإجمالي للبيانات ومقدار التغيرات الحاصلة في القياسات. ومن خلال رسم البيانات بصيغة مدرج التكرار الذي يتضح منه بسهولة شكل التوزيع والقيمة المركزية، فضلاً عن شكل التشتت في قياس الأبعاد.

1.1.3 طريقة إعداد ورسم مدرج التكرار:

البيانات في الجدول (1.3) تمثل سمك (100) جزء معدني مقاسة بالمليمترات (مم). والخطوات المعتمدة لرسم مدرج التكرار متمثلة بإجراء الحسابات الآتية:

1. المدى Range (R) يحسب طبقاً للمعادلة التالية:

$$R = X_L - X_S$$

جدول (1.3) سمك (100) جزء معدني (مم)

X_S	X_L	البيانات									
3.42	3.56	3.50	3.44	3.49	3.52	3.43	3.42	3.5	3.48	3.46	3.56
3.38	3.56	3.38	4.56	3.50	3.46	3.48	3.47	3.52	3.50	3.56	3.48
3.37	3.50	3.46	3.46	3.49	3.50	3.44	3.45	3.49	3.47	3.37	3.41
3.44	3.55	3.46	3.52	3.46	3.48	3.44	3.45	3.50	3.44	3.52	3.55
3.30	3.52	3.46	3.30	3.43	3.46	3.34	3.52	3.40	3.32	3.48	3.48
3.31	3.63	3.46	3.31	3.48	3.45	3.52	3.38	3.47	3.59	3.63	3.59
3.40	3.68	3.52	3.46	3.60	3.68	3.50	3.48	3.51	3.46	3.54	3.40
3.46	3.56	3.56	3.52	3.46	3.48	3.46	3.52	3.50	3.56	3.50	3.48
3.41	3.54	3.41	3.49	3.48	3.54	3.52	3.46	3.45	3.46	3.48	3.52
3.34	3.54	3.47	3.54	3.48	3.41	3.41	3.47	3.44	3.34	3.45	3.41

ولغرض تحديد مكونات المعادلة تقسم البيانات إلى عدد من المجاميع (ولتكن في هذا المثال عشرة مجاميع) وتؤشر أكبر قيمة في كل مجموعة بالرمز (X_L) وأصغر قيمة بالرمز (X_S) فأكبر رقم في الحقل (X_L) هو أكبرالبيانات ويساوي 3.68مم وأصغر رقم في الحقل (X_S) هو أصغر البيانات ويساوي 3.30مم. لهذا فإن المدى يساوي (0.38)مم وكما يلي:

$R = 3.68 - 3.30 = 0.38$ مم

2. فترة الفئة(h) Class Interval وتحسب بموجب المعادلة الآتية:

$$h = \frac{R}{K}$$

حيث أن:

K = عدد الفئات ويتراوح هذا العدد بين 5-20 فئة وفقاً لعدد البيانات قيد الدرس.

والجدول (2.3) يوضح العلاقة بين عدد البيانات وعدد الفئات.

جدول (2.3) العلاقة بين عدد البيانات وعدد الفئات [26]

عدد البيانات (N)	عدد الفئات (K)
أقل من 50	7 - 5
100 - 50	10 - 6
250 - 101	12 - 7
251 فأكثر	20 - 10

واستناداً إلى معلومات الجدول (2.3) سوف نعتبر (K) مساوية إلى (10) فئات ولهذا فإن h =0.038

$$0.038 = \frac{0.38}{10} = h$$

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد فترة الفئة أنها ستمثل التقسيم الأفقي لمدرج التكرار، لهذا ينبغي التعبير عن قيمتها كمضاعف لعدد صحيح وبنفس عدد المراتب بعد الفارزة للبيانات الأصلية. ولما كانت مراتب البيانات المشار إليها في الجدول (1.3) هي مرتبتين بعد الفارزة فإن هذا يتوجب تحويل قيمة فترة الفئة إلى 0.04 هذا من زاوية ومن زاوية أخرى لأجل تسهيل عملية تقسيم الفئات يتعين اعتبارها 0.05

3. التكرار المطلق Absolute Frequency:

لغرض تهيئة جدول التكرار يتعين تحديد أصغر رقم للفئات ويتم ذلك بطرح نصف وحدة القياس الحقيقية من أصغر عدد في الحقل (X_S)، ولهذا فإن الفئة الأولى تبدأ بالعدد 3.275 وتنتهي بالعدد 3.325 بعد إضافة قيمة فترة الفئة البالغة 0.05. وجدير بالذكر أن الحد الأدنى لكل فئة تالية هو الحد الأعلى للفئة السابقة مباشرة وبعد إضافة فترة الفئة له يصبح الحد الأعلى وكما هو عليه في الجدول (3.3) ولحد (9) فئات حيث يجب أن يزيد الحد الأعلى للفئة الخيرة أو يساوي العدد الأكبر في البيانات الأصلية. ثم يحسب مركز كل فئة كمتوسط حسابي لقيمة الحدين الأعلى والأدنى.

والخطوة التالية بعد تحديد الفئات تتمثل في تحديد الفئة التي يقع فيها كـل عـدد من البيانات البالغ عددها (100) بيان وتؤشر بخطوط ويحدد التكرار المطلق لكـل فئـة كحاصل جمع خطوطها وكما هو عليه في الجدول (3.3).

4. التكرار النسبي والتكرار النسبي التراكمي

Relative Frequency & Cumulative Relative Frequency:

يتم حساب التكرار النسبي طبقاً للمعادلة الآتية:

$$\text{التكرار النسبي} = \frac{\text{التكرار المطلق}}{\text{عدد البيانات}} \times 100$$

أما التكرار النسبي التراكمي فيحسب بإضافة التكرار النسبي لكل فئة مع مجموع التكرارات للفئات السابقة.

والجدول (3.3) يوضح ماتقدم ذكره.

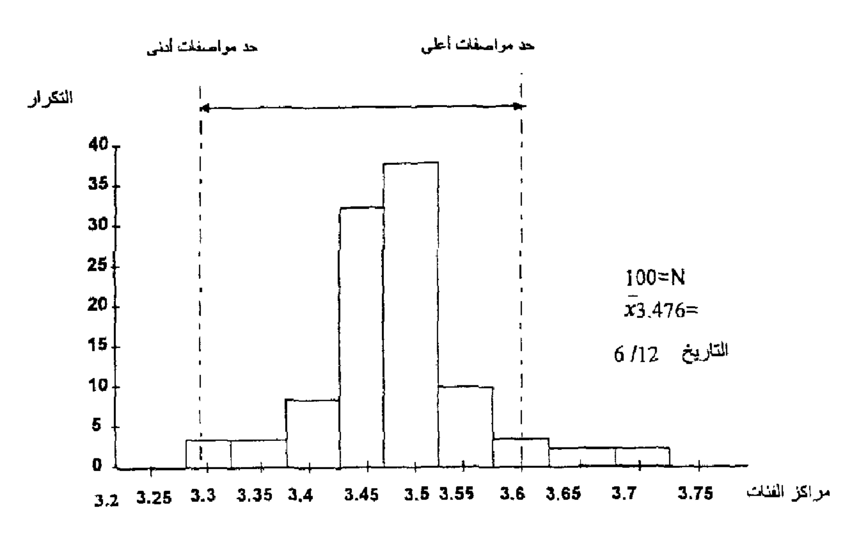
جدول (3.3) جدولة التكرار

ت	حدود الفئة	وسط الفئة	التكرار	التكرار المطلق	التكرار النسبي	التكرار النسبي التراكمي
1	3.325-3.275	3.30	|||	3	3	3
2	3.375-2.325	3.35	|||	3	3	6
3	3.425-3.375	3.40	~~||||~~ ||||	9	9	15
4	3.475-3.425	3.45	~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ||	32	32	47
5	3.525-3.475	3.50	~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ ~~||||~~ |||	38	38	85
6	3.575- 3.525	3.55	~~||||~~ ~~||||~~	10	10	95
7	3.625-3.575	3.60	|||	3	3	98
8	3.675-3.625	3.65	|	1	1	99
9	3.725-3.675	3.70	|	1	1	100

N تساوي = 100

5. يرسم مدرج التكراربعد تمثيل حدود الفئات بالمحور السيني والتكرار بالمحور الصادي وكما في الشكل (1.3) بعد الأخذ بالاعتبار مايلي:

- تمثيل كل فئة بمستطيل على أن يكون عرضه مساوياً لفترة الفئة الحقيقية وارتفاعه مقدار التكرار وموقعه مركز الفئة.
- تسجيل المعلومات الأساسية مثل عدد البيانات، قيمة المتوسط، تاريخ الرسم في المساحة الخالية من المخطط البياني.
- تأشير حدود المواصفة المصنعية والقياسية على المخطط.



شكل (1.3) مدرج تكرار سمك جزء معدني

من الشكل (1.3) يبدو مايلي:

- يقع التشتت بين 3.3-3.7 مم، ولما كانت حدود سمك الجزء بموجب المواصفة المصنعية هو من 3.28 إلى 3.60 مم، فإن التوزيع متناظر ولاتوجد قيم لبيانات معزولة بصورة غير اعتيادية.
- تقع معظم الأجزاء في مدى السمك 3.425-3.525 مم وبما أن عدد المستطيلات خارج هذا المجال وبالإتجاهين الأقل والأكثر قليلة فإن التوزيع متناظر.

2.3 مقاييس النزعة المركزية Measures of Central Tendency:

يمكن إيجاز مقاييس النزعة المركزية، قدر تعلق الأمر باستخداماتها في مجال ضبط الجودة، بالمقاييس الآتية:

- الوسط الحسابي Mean.
- الوسيط Median.
- المنوال Mode.
- الوسط الهندسي Geometrical Mean.
- الوسط التوافقي The harmonic mean.

1. الوسط الحسابي ($\overline{x}$):

يحسب الوسط الحسابي لمجموعة من الأعداد $x_1, x_2, x_3 .... x_N$ بالصيغة الرياضية الآتية:

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... x_N}{N} = \frac{\sum x}{N}$$

مثال:

احسب الوسط الحسابي للأعداد 10، 12، 5، 3، 8.

$$\text{الوسط الحسابي} = \frac{8+3+5+12+10}{5} = 7.6$$

ومما يتوجب الإشارة إليه، أن الأعداد $x_1, x_2, x_3 .... x_N$ قد تظهر بتكرار منتظم على نفس الترتيب $f_1, f_2, f_3 ...... f_K$. في هذه الحالة يحسب الوسط الحسابي طبقاً للمعادلة التالية:

$$\overline{x} = \frac{f_1 x_1 + f_2 x_2 .... f_K x_K}{f_1 + f_2 + ... f_K} = \frac{\sum fx}{\sum f} = \frac{\sum fx}{N}$$

مثال:

احسب الوسط الحسابي للأعداد 2، 6، 8، 5 التي تحدث بتكرار 1، 4، 2،3 على الترتيب.

$$\text{الوسط الحسابي} = \frac{3\times5+2\times8+4\times6+1\times2}{3+2+4+1} = 5.7$$

أما إذا عرضت البيانات بشكل توزيع تكراري، فإن جميع القيم التي تقع داخل فئة معينة تعتبر مطابقة لمركز الفئة أو منتصف مدى الفئة. وفي هذه الحالة يحسب الوسط الحسابي بموجب إحدى الطرق الآتية:

مثال:

احسب الوسط الحسابي لأوزان (100) منتوج صناعي طبقاً لمعلومات الجدول (4.3).

الطريقة الأولى:وتسمى في بعض المصادر الطريقة المطولة.

جدول(4.3) أوزان وتكرارت منتوج صناعي

الأوزان كغم	مراكز الفئات x	التكرار f	fx
62 - 60	61	5	305
65- 63	64	18	1152
68 - 66	67	42	2814
71 - 69	70	27	1890
74- 72	73	8	584
المجموع		$N=\sum f=100$	$\sum fx = 6745$

$$\text{الوسط الحسابي} = \frac{6745}{100} = 67.45$$

الطريقة الثانية: وتسمى في بعض المصادر الطريقة المختصرة وطبقاً للمعادلة الآتية وكما في الجدول (5.3).

$$\bar{x} = A + \frac{\sum fd}{N}$$

حيث أن:

A = الوسط المفترض وهي قيمة مركز الفئة (x) التي تقابل أكثر تكرار عادة

$$\text{الوسط الحسابي} = 67 + \frac{45}{100} = 67.45$$

جدول (5.3) الوسط الحسابي الطريقة المختصرة

مراكز الفئات x	$d = x - A$	التكرار f	fd
61	6 -	5	30 -
64	3 -	18	54-
$A \rightarrow 67$	0	42	0
70	3	27	81
73	6	8	48
المجموع		N =100	$\Sigma fd = 45$

الطريقة الثالثة: وتسمى بطريقة الترميز.

تستخدم هذه الطريقة عندما تكون أطوال الفئات متساوية وتساوي (h) وعندئذ يمكن حساب (u) والوسط الحسابي ($\overline{X}$) كما يلي:

$$u = \frac{x - A}{h}$$

$$\bar{x} = A + \left(\frac{\Sigma fu}{N}\right)h$$

واستمراراً مع نفس المثال المشار إليه في الجدول (4.3) ننظم الجدول (6.3)

الجدول (6.3) الوسط الحسابي بطريقة الترميز

fu	f	$u=\frac{x-A}{h}$	χ
10 -	5	2 -	61
18 -	18	1 -	64
0	42	0	$A \rightarrow 67$
27	27	1	70
16	8	2	73
$\sum fu=15$	$\sum f = N = 100$	المجموع	

$$\bar{x} = A + \left(\frac{\sum fu}{n}\right)h$$

الوسط الحسابي $= 67 + \left(\frac{15}{100}\right) \times 3 = 67.45$

2. الوسيط $\tilde{x}$:

يحسب الوسيط الذي هو القيمة التي تقع في الوسط أو الوسط الحسابي للقيمتين اللتين تقعان بمنتصف مجموعة من الأرقام المرتبة حسب قيمتها في منظومة وكما في المثالين الآتيين:

مثال 1:

مجموعة من الأعداد 10، 8، 8، 8، 6، 5، 4، 4، 4 وسيطها العدد (6).

مثال 2:

مجموعة الأعداد 8، 15، 18، 11، 9، 7، 5، 5 وسيطها (9+11)÷2 =10.

أما البيانات المجمعة بشكل فئات فيحسب وسيطها طبقاً للمعادلة التالية:

$$\tilde{x} = L_1 + \left(\frac{\frac{N}{2} - (\Sigma f)_1}{Fmedian} \right) \times h$$

حيث أن:

$\tilde{x}$ = الوسيط

L_1 = الحد الأدنى للفئة الوسيطية (أي الفئة التي يقع فيها الوسيط)

N = مجموع التكرارات

Fmedian = تكرار الفئة الوسيطية.

h = طول الفئة الوسيطية.

$(\Sigma f)_1$ = مجموع التكرارات لجميع الفئات قبل الفئة الوسيطية.

واستمراراً مع نفس المثال السابق ذكره في الجدول (3-4) فإن القيمة هي 67.92 بعد تحديد الفئة الوسيطية ب- (66-68) لأنها الفئة التي يقع فيها التكرار الوسيطي رقم (50) وكما يلي:

$$\text{الوسيط} = 66 + \left(\frac{23 - \frac{100}{2}}{42} \right) \times 3 = 67.92$$

3. المنوال $\hat{x}$:

المنوال لمجموعة من الأعداد هو القيمة التي تكررأكثر من غيرها. ومما يجدر الإشارة إليه عدم وجود منوال لمجموعة أعداد أو وجود أكثر من منوال واحد والمثال التالي يوضح ذلك:

- المجموعة 18، 12، 10، 10، 9، 9، 9، 7، 5، 2، 2 لها منوال واحد هو العدد (9)

- المجموعة 16، 15، 12، 10، 8، 5، 3 ليس لها منوال.
- المجموعة 9،7،7،7،5،5،4،4،4،2 لها منوالان وهما العدد (7) والعدد (4) وتسمى مجموعة ذات منوالين.

ويحسب المنوال للبيانات المجمعة بشكل فئات طبقاً للمعادلة التالية:

$$\hat{X} = L_1 + (\frac{\Delta_1}{\Delta_1 + \Delta_2}) \times h$$

حيث أن:

$\hat{X}$ = المنوال.

L_1 = الحد الأدنى للفئة التي يقع فيها المنوال.

Δ_1 = مقدار زيادة تكرار الفئة التي يقع فيها المنوال عن التي قبلها.

Δ_2 = مقدار زيادة تكرار الفئة التي يقع فيها المنوال عن التي بعدها.

h = طول الفئة.

واستمراراً مع نفس المثال المشار إليه في الجدول (3-4)، فإن قيمة المنوال هي 67.84 وكما يلي:

$$\text{المنوال} = 66 + \left(\frac{18-42}{15+24}\right) \times 3 = 67.84$$

4. الوسط الهندسي Geometrical Mean

الوسط الهندسي (G) لمجموعة من الأعداد (N) هو جذر (N) لحاصل ضرب الأعداد ويعبر رياضياً عن ذلك كالتالي:

$$G = \sqrt[N]{(X_1)(X_2)(X_3)\ldots(X_N)}$$

مثال:

احسب الوسط الهندسي للأعداد 2، 4، 8

الوسط الهندسي = $\sqrt[3]{(2)(4)(8)} = \sqrt[3]{64} = 4$

5. الوسط التوافقي The harmonic mean:

الوسط التوافقي (H) لمجموعة من الأعداد (N) هـو مقلـوب الوسـط الحسـابي لمقلوبات هذه القيم. ويعبر عنها كالآتي: $H = \frac{N}{\Sigma \frac{1}{X}}$

واستمراراً مع نفس المثال السابق فإن:

الوسط التوافقي $= \frac{3}{\frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2}} = \frac{24}{7} = 3.43$

3.3 مقاييس التشتت Measures of Dispersion

التشتت هو الدرجة التي تتجه بها البيانات العددية للإنتشار حول قيمة وسطى ومن أهم مقاييسه:

- المـــدى
- الانحراف المتوسط.
- الانحراف المعياري.

1. المدى Range (R):

المدى هو الفرق بين أكبر عدد وأصغر عدد في مجموعة بيانات ويحسب كما يلي:

$$R = X_L - X_S$$

حيث أن:

X_L = أكبر عدد في مجموعة بيانات.

X_S = أصغر عدد في مجموعة بيانات.

مثال:

احسب مدى مجموعة الأعداد 2، 3، 3، 5، 5، 5، 8، 10، 12

10 = 2 −12=

2. الانحراف المتوسط (M.D) Mean Deviation:

يحسب الانحراف المتوسط للقيم المطلقة طبقاً للمعادلة الآتية:

$$M.D. = \frac{\sum |X - \overline{X}|}{N}$$

حيث أن:

$\overline{X}$ = الوسط الحسابي للأعداد.

مثال:

احسب الانحراف المتوسط لمجموعة الأعداد 2، 3، 6، 8، 11

الوسط الحسابي للأعداد $= \frac{11+8+6+3+2}{5} = 6$

الانحراف المتوسط للأعداد

$$= \frac{|6-11| + |6-8| + |6-6| + |6-3| + |6-2|}{5} = 2.8$$

3. الانحراف المعياري (S) Standard Deviation:

يعتبر الانحراف المعياري من أهم مقاييس التشتت ويحسب بموجب المعادلة الآتية:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \overline{X})2}{N}}$$

حيث أن:

X = القيم المشاهدة.

$\overline{X}$ = الوسط الحسابي للقيم المشاهدة.

وإذا وقعت قيم $x_1, x_2 .... x_k$ بتكرار $f_1, f_2, ... f_x$ على الترتيب تأخذ المعادلة الصيغة الآتية:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma f(x - \overline{x})2}{N}}$$

ويمكن كتابة المعادلتين السابقتين بالصيغتين الآتيتين:

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{N} - \left(\frac{\Sigma x}{N}\right)^2}$$

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma fx^2}{N} - \left(\frac{\Sigma fx}{N}\right)^2}$$

واستمراراً مع نفس المثال المشار إليه في الجدول (3-4) يمكن إيجاد الانحراف المعياري لأوزان المنتجات الصناعية كما يلي:

fx^2	fx	f	x^2	مراكز الفئات X
18605	305	5	3721	61
73728	1152	18	4096	64
188536	2814	42	4489	67
132300	1890	27	4900	70
42632	584	8	5329	73
$\Sigma fx^2 = 455803$	$\Sigma fx = 6745$	$\Sigma f = N=100$		المجموع

$$S=\sqrt{\frac{455803}{100}-\left(\frac{6745}{100}\right)^2}=2.92$$ كغم

وفي حالة اعتبار (d) انحراف قيم (X) عن الوسط المفترض (A)، أي: d = X - A

فإن المعادلتين السابقتين تأخذان الصيغتين الآتيتين:

$$S=\sqrt{\frac{\sum d^2}{N}-\left(\frac{\sum d}{N}\right)^2}$$

$$S=\sqrt{\frac{\sum fd^2}{N}-\left(\frac{\sum fd}{N}\right)^2}$$

ولهذا يمكن حل نفس المثال الوارد في الجدول (3-4) بشكل مختصر وكما يلي:

$$S=\sqrt{\frac{873}{100}-\left(\frac{45}{100}\right)^2}=2.92$$ كغم

مراكز الفئات X	d= X -A	f	fd	$f\text{d}^2$
61	6-	5	30-	180
64	3-	18	54-	162
A→67	0	42	0	0
70	3	27	81	243
73	6	8	48	228
المجموع		N=100	$\sum fd = 45$	$\sum fd^2 = 873$

أما إذا كانت أطوال الفئات متساوية يمكن اعتماد الصيغة التالية لحل نفس المثال:

$$S = h\sqrt{\frac{\sum fu^2}{N} - \left(\frac{\sum fu}{N}\right)^2}$$

حيث أن: $u = \frac{x - A}{h}$

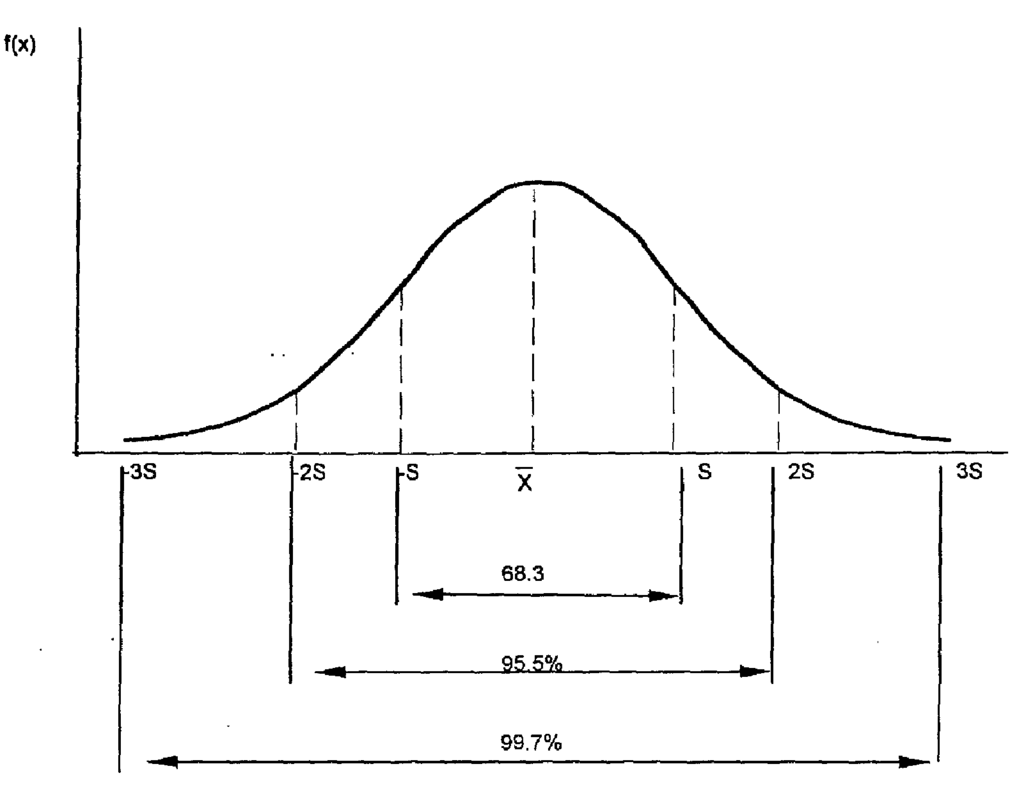
مراكز الفئات X	f	$u = \frac{x-A}{h}$	fu	fu^2
61	5	2−	10−	20
64	18	1−	18−	18
A→67	42	0	0	0
70	27	1	27	27
73	8	2	16	32
المجموع	N=100	0	$\sum fu = 15$	$\sum fu^2 = 97$

$$= 3 \times \sqrt{\frac{97}{100} - (\frac{15}{100})^2} = 2.92$$ كغم

وجدير بالإشارة نجد في التوزيع الطبيعي خصائص الانحراف المعياري التالية:

- 68.27٪ من الحالات التي تقع بين $\overline{X} \pm S$
- 94.45٪ من الحالات التي تقع بين $\overline{X} \pm 2S$
- 99.73٪ من الحالات التي تقع بين $\overline{X} \pm 3S$

والشكل (2.3) يوضح ذلك



شكل (2.3) خصائص الانحراف المعياري على منحنى التوزيع الطبيعي

4.3 العلاقة بين المجتمع والعينة

Population & Sample Relationship:

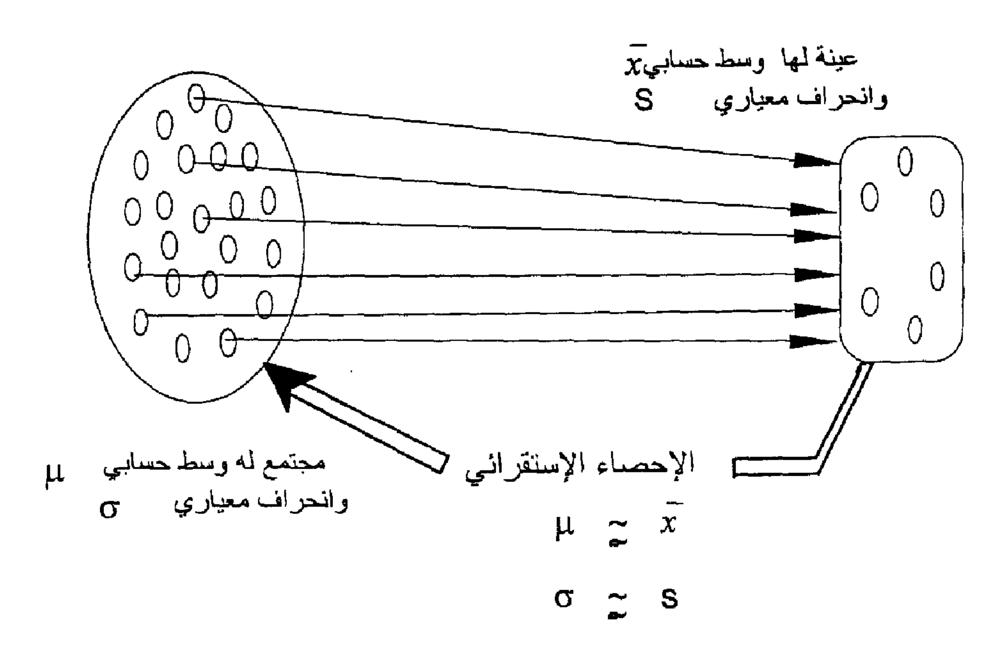
من البدهي أن العلاقة بين المجتمع والعينة هي العلاقة بين الجزء والكل، فالعينة تمثل جزءاً من المجتمع فالجدول (1.3) هو عينة متكونة من (100) مفردة تم سحبها من المجتمع الذي يمثل إنتاج عمل يوم كامل للجزء المعدني المشار إليه بغية التأكد من مطابقة سمكه مع القياس المحدد. فإذا كانت نتائج القياس ضمن وبحدود السمحات المحددة فإن هذا دليل على مطابقة إنتاج العينة المأخوذة للمواصفات والعكس وارد.

وقد أكد الواقع العلمي، وبشكل لايقبل الشك، عن صعوبة، وأحياناً استحالة التأكد من مطابقة جميع مفردات المجتمع للمواصفات لجملة مسببات، وكما ستجيء في

أدناه، ولهذا يتعين اللجوء لأسلوب سحب العينات لتمثل المجتمع بالكامل. ومن بين المسببات:

- إذا تسبب تفتيش المنتوج بالكامل في إتلافه مثل العتاد الحربي وصناعة الكبريت والمصابيح الكهربائية.
- عندما يشكل فحص المنتوج بالكامل خطراً على صحة القائمين بالتفتيش مثل صناعة بعض أنواع الأدوية.
- إذا كانت كلفة الفحص والتفتيش للإنتاج بالكامل عالية.
- إضافة لما تقدم، فقد وجد بالتجربة بأن نتائج القيام بتفتيش تام للمجتمع مقارنة بكلفتها العالية ليست بالدقة المتناسبة مع ممارسة أسلوب سحب العينات ويعزى بعض المتخصصين ذلك إلى التعب، وأحياناً الملل، الذي ينتاب القائمين بالتفتيش عند فحص الإنتاج يدوياً وبنسبة 100٪.

وجدير بالإشارة إلى إمكانية تحديد خصائص المجتمع من خلال الوقوف على خصائص العينة المتمثلة بالمتوسط الحسابي ($\overline{x}$) والانحراف المعياري (S) واستقراء المتوسط للمجتمع (μ) والانحراف المعياري (σ). لهذا يتوجب سحب عينة ذات طبيعة ممثلة للمجتمع وبحجم مناسب، وذلك لأن درجة نجاح العينة في تمثيل المجتمع هي دالة لعدد مفرداتها أولاً للعشوائية ثانياً. والشكل (3.3) يوضح العلاقة بين العينة والمجتمع.



شكل (3.3) يوضح العلاقة بين المجتمع والعينة

فضلاً عما تقدم هنالك العديد من التجارب التي تبين نوع وطبيعة العلاقة بين المجتمع والعينة، حيث تم في أحدها وضع (1000) كرة زجاجية صغيرة الحجم في علبة منها (200) باللون الأخضر و(800) باللون الأزرق. وتم سحب (8) عينات حجم كل منها (20) مفردة وسجلت نتيجة كل منها بالتتابع بعد إعادتها للعلبة. وكانت النتائج الإجمالية كما في الجدول (7.3).

من الجدول (7.3) يبدو الأتي:

1- أن نسبة الكرات الخضر في العلبة التي تحتوي على (1000) كرة هي 20٪. وهذا يعني بالحالة العامة وجوب وجود (4) كرات خضراء في كل عينة. في الوقت الذي تظهر معلومات الجدول تطابق حالتين فقط من مجموع (8) حالات، أي العينة الثانية والسابعة.

جدول (7.3) نتائج فرز ألوان الكرات للعينات المسحوبة

النسبة المئوية ٪ للكرات الخضراء	عدد الكرات الخضراء	عدد الكرات الزرقاء	حجم العينة	رقم العينة
10	2	18	20	1
20	4	16	20	2
50	10	10	20	3
10	2	18	20	4
30	6	14	20	5
0	0	20	20	6
20	4	16	20	7
10	2	18	20	8
٪18.7	30	130	160	المجموع

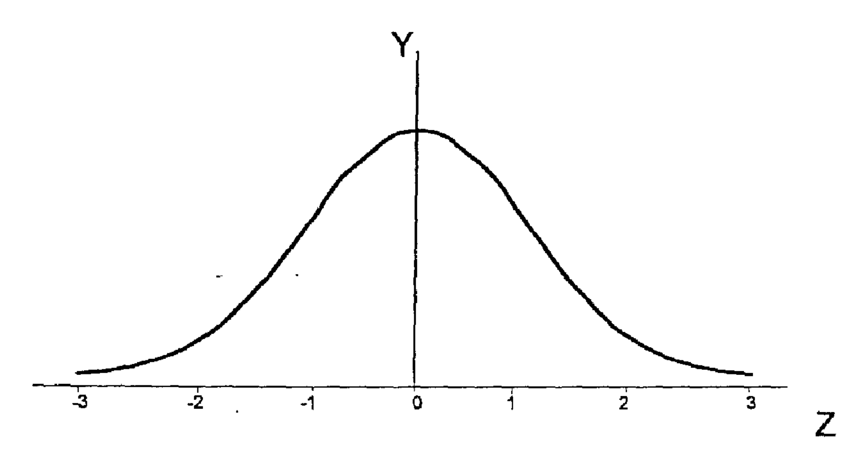
2. لو تم جمع العينات الثمان بشكل عينة واحدة، أي (160) كرة فإن نسبة الكرات الخضراء ستكون 18.7٪. وهذه النسبة مقاربة لنسبة 20٪ الموجودة فعلاً. وهذايشير مرة أخرى، إلى أن ظهور الكرات الخضراء يخضع للعشوائية البحتة.

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد العلاقة بين المجتمع والعينة أيضاً هو إمكانية إستقراء معالم المجتمع من خلال العينات والعكس يصح في هذه الحالة، حيث إن معرفة المجتمع يساعد على دقة تحليل العينات والوقوف على المجتمع الذي تنتمي إليه. وهذه الخاصية تمكن من فهم واستيعاب المضمون العملي للوحات ضبط الجودة التي سيتم التطرق إليها في الفصلين الرابع والخامس من هذا الكتاب.

5.3 منحنى التوزيع الطبيعي Normal distribution curve:

كما هو معروف يوجد عدد من المنحنيات التي تمثل التوزيعات التكرارية المستمرة، ولكن الشائع منها هو منحنى التوزيع الطبيعي لكاوس (Normal Curve, Gaussian Distribution). الذي يساعد استخدامه في حقل التصنيع على إيجاد نسب

التلف أثناء الإنتاج وإحكام الضبط على تحليلات لوحات ضبط الجودة، والشكل (4.3) نموذج لهذا المنحنى.



شكل (4.3) منحنى التوزيع الطبيعي

وأكدت الوقائع في عالم التصنيع على أن الكثير من التغيرات مثل وزن المصبوبات وعمر المصابيح وأبعاد حلقات مكبس السيارات تأخذ منحنى توزيع طبيعي، لهذا يعتبر منحنى التوزيع الطبيعي الوصف المعبر للتغيرات في خواص الجودة في الصناعة والأساس للعديد من الطرق المستخدمة في مجال ضبط الجودة والمعادلة الرياضية التي تمثل المنحنى بشكله العام هي:

$$Y = f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2p}}.e^{-\frac{1}{2}(\frac{x-\mu}{\sigma})^2}$$

حيث أن:

$f(x)$ = دالة توزيع الاحتمال.

χ = قيمة المتغير الذي يقع في مجال $-\infty<x<+\infty$

π= 3.1415

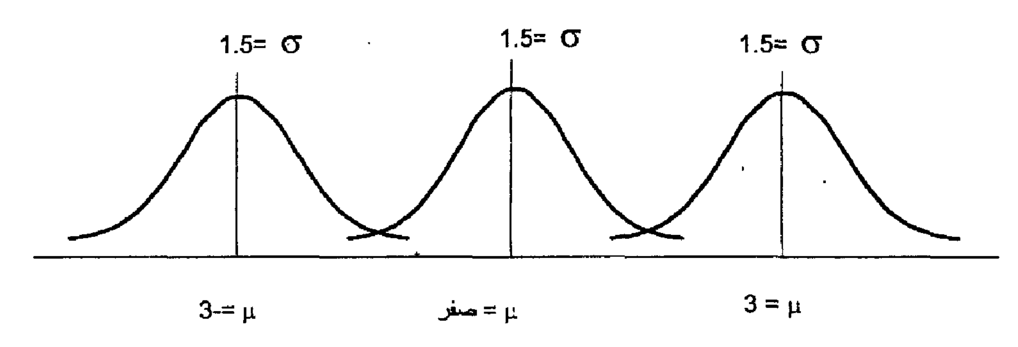
e = 2.7182

μ = الوسط الحسابي للتوزيع.

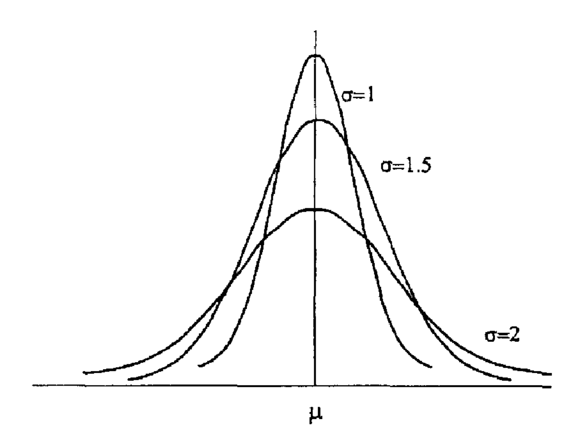
σ = الانحراف المعياري للتوزيع.

أما شكل وموقع المنحنى الطبيعي فإنه يعتمد على قيمتي الوسط الحسابي (μ) والانحراف المعياري (σ) وكما يلي:

- عند اختلاف الوسط الحسابي وتساوي الانحراف المعياري يأخذ المنحنى الطبيعي الشكل الآتي:



- عند تساوي الوسط واختلاف الانحراف المعياري يأخذ المنحنى الطبيعي الشكل التالي:



1.5.3 خواص المنحنى الطبيعي:Properties of the natural curve

يأخذ شكل المنحنى الطبيعي هيئة ناقوس ويمكن إيجاز أهم خصائصه بالنقاط التالية:

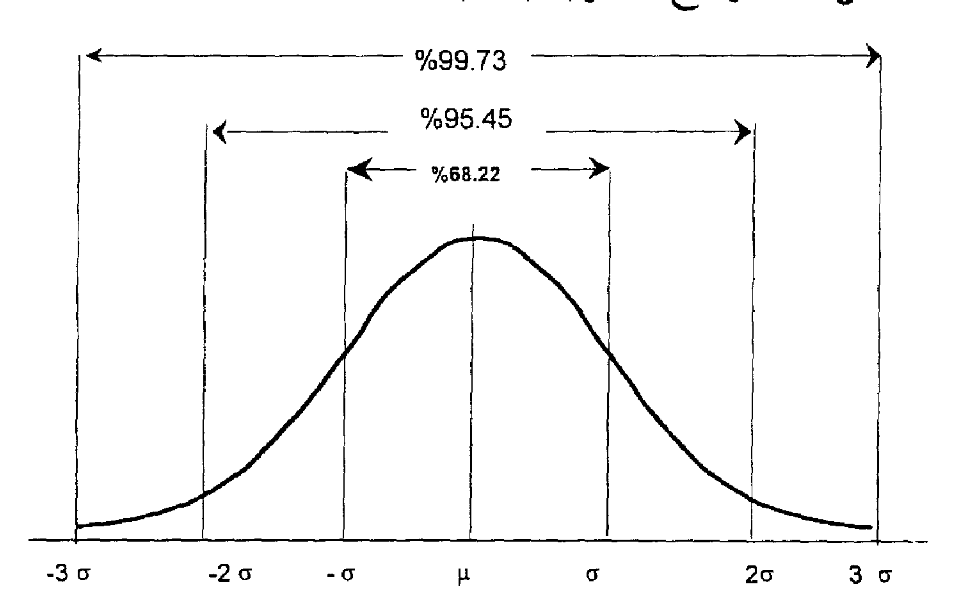
- يقسم الوسط الحسابي المنحنى إلى قسمين متساويين ونتيجة لهذا التماثل فإن للوسط الحسابي والوسيط والمنوال نفس القيمة.

- تتركز المشاهدات حول الوسط الحسابي ويبدأ ارتفاع طرفي المنحنى بالتناقص كلما ابتعد عن الوسط ولكنهما لايلتقيان مع المحور السيني أبداً.
- المساحة الكلية تحت المنحنى تساوي واحداً.

وقدر تعلق الأمر بنسبة المشاهدات فأنها محكومة بالمساحات الآتية:

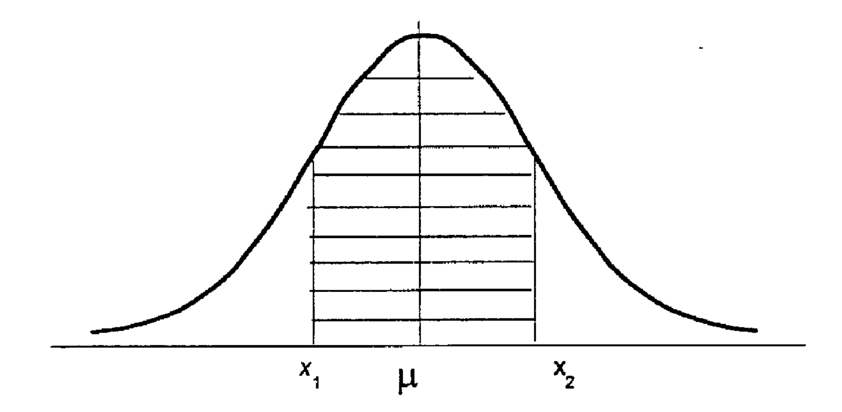
- المساحة المحصورة بين ($u \pm \sigma$) =68.22٪ من نسبة المشاهدات.
- المساحة المحصورة بين ($u \pm 2\sigma$) = 94.45٪ من نسبة المشاهدات.
- المساحة المحصورة بين ($u \pm 3\sigma$) = 99.73٪ من نسبة المشاهدات.

والشكل أدناه يوضح ماذكر بصيغة مبسطة



أما قيمة الاحتمال في التوزيع المستمر الذي يعود إليه التوزيع الطبيعي فتتمثل بالمساحة المحصورة بين (X_1) و(X_2)والتي يمكن إيجادها من خلال استخدام التكامل التالي:

$$P(x_1 < x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} f(x)dx$$



وبغية تسهيل واختصار زمن التقييم وضع جدول واحد جرى حسابه للمساحات المختلفة لتوزيع طبيعي له (μ) مساو للصفر و(σ) مساو للواحد وأطلق على هذا التوزيع مسمى التوزيع الطبيعي القياسي. وحددت المعادلة العامة لإحتسابه بالصيغة الرياضية الآتية:

$$Y = f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}.e^{-\frac{1}{2}z^2}$$

حيث أن:

Z = المتغير العشوائي للتوزيع ويحسب طبقاً للمعادلة التالية:

$$Z = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

2.5.3 استخدامات المنحنى الطبيعي Uses of normal curve :

إن جدول المساحات المختلفة للتوزيع الطبيعي المشار إليه في أعلاه جدول (A) في الصفحة (102) يساعد على تحديد أية مساحة مطلوبة بدءاً بقيمة (∞−) وانتهاءً بقيمة (x) المطلوبة بعد حساب قيمة (Z).

فإذا كانت قيمة (Z) مثلاً مساوية إلى 1.76- فإن المساحة التي تقابلها تساوي 0.0392، ولما كانت المساحة الكلية التي تحت المنحنى تساوي 1.000 فإن ماتمثله 0.0392 من مساحة يحول إلى نسبة مئوية من خلال تحريك الفاصلة مرتبتين إلى جهة

اليمين. وبهذا فإن النسبة التي تمثلها قيمة (x) تساوي 3.92٪ من المجموع. والأمثلة التالية توضح طريقة استخدامات المنحنى:

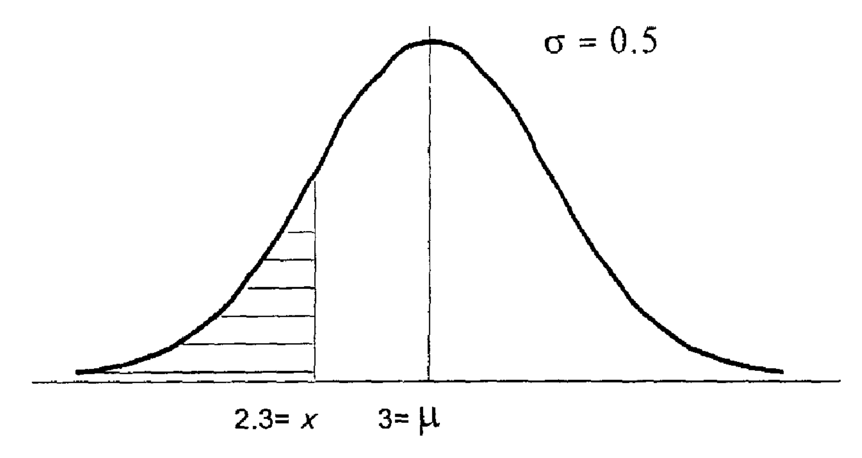
مثال 1:

عمر نوع معين من بطاريات السيارات (3) سنوات والانحراف المعياري لهذه المدة نصف سنة. ما هو احتمال إستهلاك البطارية بأقل من 2.3 سنة علماً بأن مدة استهلاك البطارية يتبع التوزيع الطبيعي.

خطوات الحل:

1. نحسب (Z) ونرسم شكل المنحنى وكما يلي:

$$1.4- = \frac{3-2.3}{0.5} = Z$$



2. من قيمة (Z) والشكل يبدو، أن احتمال (x) أقل من 2.3 سنة يساوي احتمال (Z) أقل من −1.4 ولدى الاستعانة بالجدول (A) نجد أن قيمة الاحتمال الذي يقابل قيمة (Z) هو 0.0808.

مما تقدم يتضح أن نسبة البطاريات التي ستستهلك بأقل من 2.3 سنة هي 8٪.

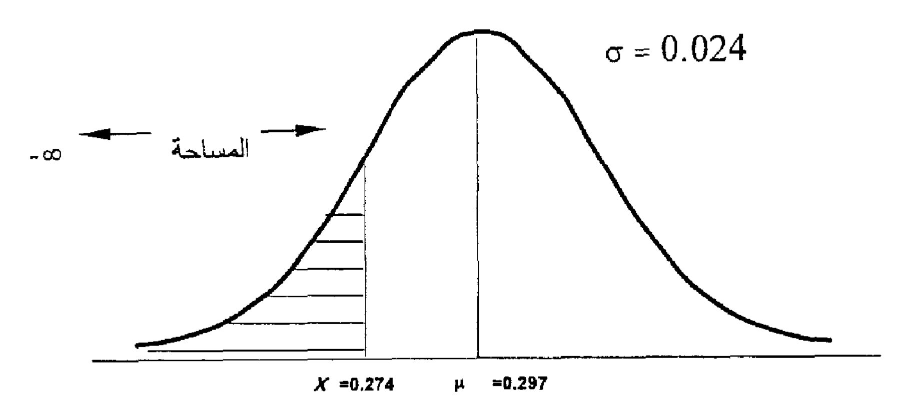
مثال 2:

كانت قيمة الوسط الحسابي لوزن منتوج معين للسنة الماضية 0.297 كغم وبانحراف معياري قدره 0.024 كغم. احسب النسبة التي تقل فيها الأوزان عن الحد الأدنى للمواصفة المحدد ب- 0.274 كغم والتي تزيد فيها الأوزان عن الحد الأعلى للمواصفة 0.347 كغم، علماً بأن الوزن يتبع توزيع طبيعي.

خطوات الحل:

1. نحسب (Z_1) ونرسم شكل المنحنى كالآتي:

$$0.97- = \frac{0.297 - 0.274}{0.024} = Z_1$$

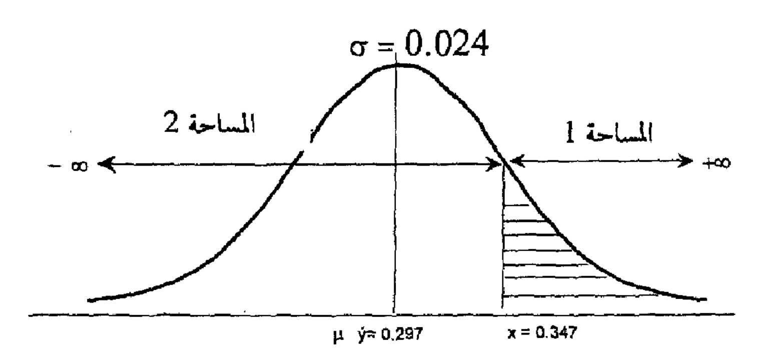


2. من الجدول (A) يبدو أن قيمة الاحتمال الذي يقابل-0.97 هو 0.1685، لهذا فإن النسبة التي تقل فيها الأوزان عن المواصفة هي 16.85٪.
3. أما قيمة (Z_2) وشكل المنحنى للأوزان التي تزيد عن الحد الأعلى للمواصفة فهو:

المساحة (1) + المساحة (2) = 1.000

لهذا فإن المساحة (1) =1.000 - المساحة (2)

$$2.08 = \frac{0.297 - 0.347}{0.024} = Z_2$$



4. من الجدول (A) نجد المساحة المقابلة لقيمة (Z_2) هي 0.9812

∴ المساحة (1) = 1.0000 - 0.9812 =0.0188

وعليه فإن النسبة التي تزيد فيها الأوزان عن المواصفة 1.88٪.

مثال 3:

بينت فحوصات فولتية التيار الكهربائي الذي يجهز المنازل أن وسطه الحسابي هو 215 فولت وإنحرافه المعياري 2.1 فولت.

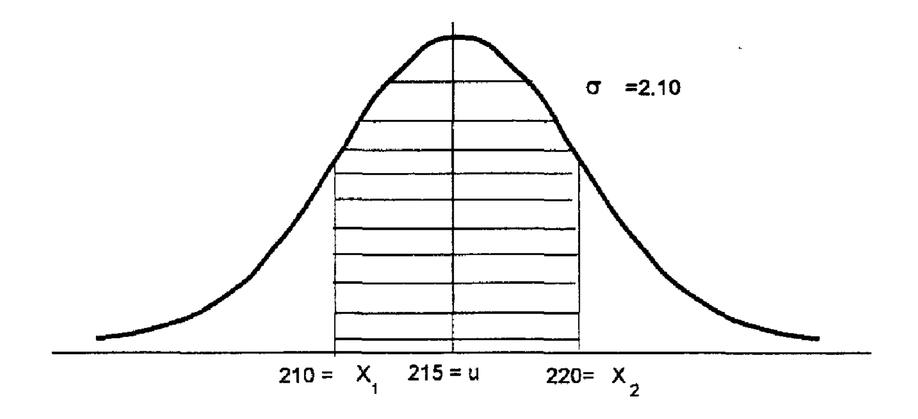
إحسب نسبة المنازل التي تجهز بفولتيات تقع بين 210-220 فولت.

خطوات الحل:

1.نحسب قيمة (Z_1) للفولتية 210 و(Z_2) للفولتية 220 ونرسم شكل المنحنى وكما يلي:

$$2.38- = \frac{215-210}{2.1} = Z_1$$

$$2.38+ = \frac{215-220}{2.1} = Z_2$$



2. من الجدول (A) نجد أن:

المساحة التي تقابل قيمة (Z_1) = 0.0087

المساحة التي تقابل قيمة (Z_2) =0.9913

$Z_1\ Z_2- = 0.9913 - 0.0087$

= 0.9826 = ٪98.26

أي أن ٪98.26 من المنازل تجهز بفولتيات تتراوح بين 210– 220 فولت

ملاحظة:

إذا طلب تحديد ٪12 من الفولتيات أدنى من 215 فولت. فكيف يتم تنظيم الفولتية المجهزة للمنازل؟

لإيجاد الفولتية طبقاً للطلب ينبغي تحديد قيمة (Z) التي تقابل ٪12، أو 0.1200 من الجدول (A) أولاً وبعد ذلك نعوض عن قيمتها في المعادلة:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

إن (Z) تعادل –1.175، ولهذا فإن:

$$\frac{\mu - 215}{2.1} = 1.175 -$$

$$217.46 = \mu \therefore$$

جدول (A) المساحات تحت منحنى التوزيع الطبيعي

[illegible]	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
−3.3	0.00017	0.00017	0.00018	0.00019	0.00019	0.00020	0.00021	0.00022	0.00022	0.00023
−3.4	0.00024	0.00025	0.00026	0.00027	0.00028	0.00029	0.00030	0.00031	0.00033	0.00034
−3.3	0.00035	0.00036	0.00038	0.00039	0.00040	0.00042	0.00043	0.00045	0.00047	0.00048
−3.2	0.00050	0.00052	0.00054	0.00056	0.00058	0.00060	0.00062	0.00064	0.00066	0.00069
−3.1	0.00071	0.00074	0.00076	0.00079	0.00082	0.00085	0.00087	0.00090	0.00094	0.00097
−3.0	0.00100	0.00104	0.00107	0.00111	0.00114	0.00118	0.00122	0.00126	0.00131	0.00135
−2.9	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0016	0.0016	0.0017	0.0017	0.0018	0.0019
−2.8	0.0019	0.0020	0.0021	0.0021	0.0022	0.0023	0.0023	0.0024	0.0025	0.0026
−2.7	0.0026	0.0027	0.0028	0.0029	0.0030	0.0031	0.0032	0.0033	0.0034	0.0035
−2.6	0.0036	0.0037	0.0038	0.0039	0.0040	0.0041	0.0043	0.0044	0.0045	0.0047
−2.5	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0054	0.0055	0.0057	0.0059	0.0060	0.0062
−2.4	0.0064	0.0066	0.0068	0.0069	0.0071	0.0073	0.0075	0.0078	0.0080	0.0082
−2.3	0.0084	0.0087	0.0089	0.0091	0.0094	0.0096	0.0099	0.0102	0.0104	0.0107
−2.2	0.0110	0.0113	0.0116	0.0119	0.0122	0.0125	0.0129	0.0132	0.0136	0.0139
−2.1	0.0143	0.0146	0.0150	0.0154	0.0158	0.0162	0.0166	0.0170	0.0174	0.0179
−2.0	0.0183	0.0188	0.0192	0.0197	0.0202	0.0207	0.0212	0.0217	0.0222	0.0228
−1.9	0.0233	0.0239	0.0244	0.0250	0.0256	0.0262	0.0268	0.0274	0.0281	0.0287
−1.8	0.0294	0.0301	0.0307	0.0314	0.0322	0.0329	0.0336	0.0344	0.0351	0.0359
−1.7	0.0367	0.0375	0.0384	0.0392	0.0401	0.0409	0.0418	0.0427	0.0436	0.0446
−1.6	0.0455	0.0465	0.0475	0.0485	0.0495	0.0505	0.0516	0.0526	0.0537	0.0548
−1.5	0.0559	0.0571	0.0582	0.0594	0.0606	0.0618	0.0630	0.0643	0.0655	0.0668
−1.4	0.0681	0.0694	0.0708	0.0721	0.0735	0.0749	0.0764	0.0778	0.0793	0.0808
−1.3	0.0823	0.0838	0.0853	0.0869	0.0885	0.0901	0.0918	0.0934	0.0951	0.0968
−1.2	0.0895	0.1003	0.1020	0.1038	0.1057	0.1075	0.1093	0.1112	0.1131	0.1151
−1.1	0.1170	0.1190	0.1210	0.1230	0.1251	0.1271	0.1292	0.1314	0.1335	0.1357
−1.0	0.1379	0.1401	0.1423	0.1446	0.1469	0.1492	0.1515	0.1539	0.1562	0.1587
−0.9	0.1611	0.1635	0.1660	0.1685	0.1711	0.1736	0.1762	0.1788	0.1814	0.1841
−0.8	0.1867	0.1894	0.1922	0.1949	0.1977	0.2005	0.2033	0.2061	0.2090	0.2119
−0.7	0.2148	0.2177	0.2207	0.2236	0.2266	0.2297	0.2327	0.2358	0.2389	0.2420
−0.6	0.2451	0.2483	0.2514	0.2546	0.2578	0.2611	0.2643	0.2676	0.2709	0.2743
−0.5	0.2776	0.2810	0.2843	0.2877	0.2912	0.2946	0.2981	0.3015	0.3050	0.3085
−0.4	0.3121	0.3156	0.3192	0.3228	0.3264	0.3300	0.3336	0.3372	0.3409	0.3446
−0.3	0.3483	0.3520	0.3557	0.3594	0.3632	0.3669	0.3707	0.3745	0.3783	0.3821
−0.2	0.3859	0.3897	0.3936	0.3974	0.4013	0.4052	0.4090	0.4129	0.4168	0.4207
−0.1	0.4247	0.4286	0.4325	0.4364	0.4404	0.4443	0.4483	0.4522	0.4562	0.4602
−0.0	0.4641	0.4681	0.4721	0.4761	0.4801	0.4840	0.4880	0.4920	0.4960	0.5000

تكملة الجدول A

$\frac{x-\mu}{\sigma}$	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
+0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
+0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
+0.2	0.5793	0.5832	0.5171	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
+0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
+0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
+0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
+0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
+0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
+0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8079	0.8106	0.8133
+0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
+1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
+1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
+1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
+1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
+1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
+1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
+1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
+1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
+1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
+1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
+2.0	0.9773	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9808	0.9812	0.9817
+2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
+2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
+2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
+2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
+2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
+2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
+2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
+2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
+2.9	0.9981	0.9982	0.9983	0.9983	0.9884	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
+3.0	0.99865	0.99869	0.99874	0.99878	0.99882	0.99886	0.99889	0.99893	0.99896	0.99900
+3.1	0.99903	0.99906	0.99910	0.99913	0.99915	0.99918	0.99921	0.99924	0.99926	0.99929
+3.2	0.99931	0.99934	0.99936	0.99938	0.99940	0.99942	0.99944	0.99946	0.99948	0.99950
+3.3	0.99952	0.99953	0.99955	0.99957	0.99958	0.99960	0.99961	0.99962	0.99964	0.99965
+3.4	0.99966	0.99967	0.99969	0.99970	0.99971	0.99972	0.99973	0.99974	0.99975	0.99976
+3.5	0.99977	0.99978	0.99978	0.99979	0.99980	0.99981	0.99981	0.99982	0.99983	0.99983

وهذا يعني أن متوسط الفولتية الجهزة يجب أن تكون 217.46 فولت لكي نضمن 12٪ من الفولتيات أقل من 215 فولت.

6.3 نظرية الاحتمالاتProbability:

1.6.3 تعريف الاحتمالDefinition of probability:

من تصفح المراجع المتعددة التي تناولت تعريف الاحتمال يجد المتتبع أنه، وبالحالة العامة مؤشر عددي لقياس فرصة تحقق حادثة غير مؤكدة ويساوي نسبة عدد الحالات التي تتحقق فيها الحادثة المطلوب معرفة احتمال حدوثها إلى مجموع عدد الحالات التي تتحقق ولا تتحقق فيها الحادثة شريطة أن تكون لكل منها نفس الفرصة في الحدوث (2). ويمكن التعبير عن ذلك بالصيغة الرياضية الآتية:

$$P(A) = \frac{a}{a+b} = \frac{a}{n}$$

حيث أن:

P(A)= احتمال تحقق الحادثة (A)

a = عدد حالات تحقق الحادثة (A)

b = عدد حالات عدم تحقق الحادثة (A)

n = مجموع (a) مع (b)

مثال:

تم تفتيش دفعة إنتاج مؤلفة من (100) وحدة وكان معلوم مسبقاً أن في الدفعة (5) وحدات معيبة. إحسب احتمال سحب وحدة معابة من هذه الدفعة.

الحل:

$$a = 5$$

$$b = 95$$

$$0.05 = \frac{5}{95+5} = \frac{a}{a+b} = p(A)$$

2.6.3 تعريف الاحتمال كتكرار نسبي Probability as Relative Frequency:

من الثابت علمياً استخدام نظرية التكرار بشكل واسع في تفسير الاحتمـالات. ووفقاً لضوابط هذه النظرية إذا تحققت حالـة معينـة (a) مـن المـرات بنتيجـة (n) مـن المحاولات فـإن قيمـة الاحتمـال لوقـوع الحادثـة هـي الحـد الرياضـي لقيمـة التكـرار النسـبي لتلك الحادثة، أي $\left(\frac{a}{n}\right)$ عند وصول عدد المحاولات إلى مالا نهاية. والتعبير الرياضي لما تقدم هو:

$$P(A) = \lim_{n \to \infty}\left(\frac{a}{n}\right)$$

حيث أن:

P(A) = احتمال تحقق الحادثة (A).

a = عدد المحاولات التي تحقق الحادثة (A).

n = العدد الكلي للمحاولات.

وقد أكد الواقع العملي إستحالة إجراء عدد مالا نهاية للمحاولات، لهذا يحسب احتمال تحقيق حادثة معينة إستناداً لعدد محدود من المحاولات وطبقاً للمعادلة التالية:

$$P(A) = \frac{a}{n}$$

مثال:

الجدول (8.3) في أدناه يمثل نتائج (100) محاولة على ثلاث حوادث ممكنة أوجد احتمال وقوع كل منها.

التكرار	الحادثة
30	A
33	B
37	C
$N = \sum f = 100$	المجموع

جدول (8.3) تكرار حدوث ثلاثة حوادث

الحل:

بما أن الاحتمال لوقوع حادثة هو التكرار النسبي لوقوعها فإن:

$$P(A) = 0.3 = \frac{30}{100}$$

$$0.33 = \frac{33}{100} = P(B)$$

$$0.37 = \frac{37}{100} = P(C)$$

3.6.2 نظريات الاحتمال Probability Theories

النظرية الأولى:

يعبر عن احتمال وقوع أية حادثة بقيمة محصورة بين الصفر والواحد، حيث يمثل الواحد الوقوع المؤكد للحادثة والصفر على الوقوع الغير ممكن أو المستحيل للحادثة أي أن:

$$0 \leq P(A) \leq 1$$

النظرية الثانية:

إذا كان $P(A)$ احتمال وقوع الحادثة فإن $1-P(A)$ هو احتمال عدم وقوعها أي أن:

$$P(A) + P(B) = 1$$

النظرية الثالثة:

إذا كانت (A) و(B) حادثتين متنافيتين فإن احتمال حدوث (A) أو (B) هو مجموع احتمالات وقوع كل منها بشكل منفصل، أي أن:

$$P(AUB) = P(A) + P(B)$$

مثال:

لدينا دفعتان من الإنتاج. احتمال سحب وحدة معيبة عند أخذ عينة من (5) مفردات من الدفعة الأولى هو 0.08 واحتمال سحب وحدتين معابتين عند أخذ عينة من (5) مفردات من الدفعة الثانية هو 0.03. احسب احتمال الحصول على إما وحدة معيبة أو وحدتين عند أخذ عينة من(5) مفردات من إحدى هاتين الدفعتين.

الحل:

$$0.11 = 0.03 + 0.08 = P(AUB)$$

النظرية الرابعة:

إذا كانت الحادثة (A) والحادثة (B) حادثيين مستقلتين فإن احتمال وقوع أحدهما أو كلتيهما معاً هو:

$$P(AUB) = P(A) + P(B) - P(AI\ B)$$

مثال:

تم إخضاع دفعة من الإنتاج تتألف من (1500) مُنتَج لتفتيش بنسبة 100٪ فتبين الآتي:

- (45) منتجاً معيباً بسبب التصنيع
- (105) منتج معيب بسبب الإنهاء السطحي.
- (30) منتجاً معيباً بسبب التصنيع والإنهاء السطحي.

أوجد احتمال سحب منتج يحتوي على عيوب التصنيع والإنهاء السطحي.

الحل:

1. أن احتمال سحب وحدة تحتوي على عيوب في التصنيع $P(A)$ هو:

$$0.05 = \frac{45 + 30}{1500} = P(A)$$

2. واحتمال سحب وحدة تحتوي على عيوب في الإنهاء السطحي $P(B)$ هو:

$$0.09 = \frac{30 + 105}{1500} = P(B)$$

3. أما احتمال سحب وحدة تحتوي على عيوب في التصنيع والإنهاء السطحي $P(A I B)$ هو:

$$0.02 = \frac{30}{1500} = P(A I B)$$

ولهذا فإن احتمال سحب منتج من هذه الدفعة يحتوي على عيوب في التصنيع والإنهاء السطحي يساوي: $(0.02 - 0.09) + 0.05 = P(A I B)$

$0.12 =$

النظرية الخامسة:

مجموع الاحتمالات لوقوع حوادث متنافية مساو لواحد عدد صحيح، أي أن:

$$P(A) + P(B) + ... + P(N) = 1$$

مثال:

تم تفتيش عينة من (3) مفردات لمنتج معين وكانت المعلومات المتوفرة لدى المفتش هي:

- .06 = P(1)0
- .89 = P(0)0
- .03 = P(2)0

ما هو احتمال وجود (3) مفردات معيبة في العينة التي حجمها (3) مفردات.

الحل:

$$P(0) + P(1) + P(2) + P(3) = 1$$

$$(0.06 + 0.89 + 0.03) -1 = P(3)$$

$$= 002.$$

أي أن احتمال وجود ثلاث وحدات معيبة في عينة مؤلفة من (3) مفردات طبقاً للمعلومات في أعلاه هو 0.02.

النظرية السادسة:

إذا كانت(A) و(B) حادثتين مستقلتين فإن احتمال وقوع كلتيهما معاً هو حاصل ضرب احتماليهما وكما يلي:

$$P(A I B) = P(A) \times P(B)$$

النظرية السابعة:

إذا كانت (A) و(B) حادثتين غير مستقلتين وكان احتمال وقـوع (B) مشـروطا بتحقيق (A) فإن احتمال وقوع الحادثتين معاً هو:

$$P(A I B) = P(A) \times P(B/A)$$

حيث أن:

$P(A I B)$ = احتمال وقوع الحادثة (B) بعد أن تكون الحادثة (A) قد وقعت.

مثال:

يحتوي صندوق على (50) دولاباً مسنناً منها (3) معيبة فإذا سـحبت عينـة مـن مفردتين ما هو احتمال أن تكون المفردتان معيبتين.

الحل:

احتمال أن تكون المفردة الأولى معيبة= $\frac{3}{50}$

احتمال أن تكون المفردة الثانية معيبة بعد أن تأكد أن الأولى معيبة= $\frac{2}{49}$

لهذا فإن احتمال أن تكون المفردتان معيبتين هو:

$$P(A I B) 0.002 = \frac{2}{49} \times \frac{3}{50} =$$

4.6.2 التباديل والتوافيق Permutations and combinations:

يعنى بالتباديل ترتيب عدد من الوحدات في خط أو شـكل معـين يشـمل جميـع الوحدات أو عدداً معيناً منها. ويمكن حساب عدد التباديل بالعلاقة الرياضية الآتية:

$${}^{n}P_{r} = \frac{n!}{(n-r)!}$$

مثال:

أوجد عدد تباديل (4) وحدات منتجة في مجموعتين الأولى مكونة من (4) وحدات والثانية من وحدتين.

$$24 = \frac{24}{1} = \frac{1\times2\times3\times4}{!0} = \frac{!4}{!(4-4)} = {}^{n}P_{r}$$

$$12 = \frac{1\times2\times3\times4}{1\times2} = \frac{!4}{!(2-4)} = {}^{n}P_{r}$$

أما التوافيق فيقصد بها تجميع لمفردات معينة دون الإهتمام بالترتيب الذي تتخذه. ويتم حساب عدد التوافيق طبقاً للعلاقة الآتية:

$$ {}^{n}C_{r} = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

مثال:

إذا أخذ (3) وحدات من دفعة إنتاجية تتألف من (15) وحدة منها (5) وحدات فيها عيوب بسيطة و(6) وحدات فيها عيوب كبيرة و(4) وحدات خالية من العيوب. ماهو احتمال وجود عيوب بسيطة في كل الوحدات المأخوذة.

الحل:

1. يمكن سحب (3) وحدات فيها عيوب بسيطة من المفردات الخمس التي فيها نفس العيوب أي أن:

$$10 = \frac{2\times3\times4\times5}{1\times2\times1\times2\times3} = \frac{!5}{!(3-5)!3} = {}^{5}C_{3}$$

2. ويمكن سحب (3) وحدات فيها عيوب بسيطة من مجموع الوحدات البالغ (15) وحدة بغض النظر عن اختلاف أنواع عيوبها من عدمها، أي أن:

$$455 = \frac{!12\times13\times14\times15}{!12\times1\times2\times3} = \frac{!15}{!(3-15)!3} =$$

وعليه فإن احتمال أخذ (3) وحدات فيها عيوب بسيطة $= \frac{10}{455} = \frac{2}{91}$

7.3 التوزيعات الاحتمالية المنفصلة والمستمرة Discrete & Continuous Distributions

بلا شك، أن أهم توزيع احتمالي مستمر هو التوزيع الطبيعي الذي تم التطرق إليه في الفقرة (5.3) من هذا الفصل بصيغة مسهبة، أما أهم التوزيعات الاحتمالية المنفصلة فتتمثل بالتوزيعين الآتيين:

- توزيع ذي الحدين
- توزيع بواسون

1.7.3 توزيع ذي الحدين Binomial Distribution:

يسمى هذا التوزيع في بعض المصادر بتوزيع برنولي (Bernoulli) تخليداً لإسم العالم الذي أوجده نهاية القرن السابع عشر ويستخدم بشكل واسع في الحالات الآتية:

- التوزيعات الاحتمالية المتقطعة ذات العدد الكبير من الوحدات.
- التوزيعات التي مصدرها مركز إنتاجي يعمل بطريقة الإنتاج من النوع المستمر.
- التوزيعات للخواص المميزة التي تعتمد تصنيفاً مقبولاً أو مرفوضاً، معيباً أو غير معيباً.

ومعادلة توزيع ذي الحدين المستخدمة في مجال ضبط جودة الإنتاج هي:

$$P(d) = \frac{n!}{d!(n-d)!}.P^{d}.q^{n-d}$$

حيث أن:

$P(d)$ = احتمال حدوث (d) من المعيبات.

n = عدد وحدات العينة.

d = عدد المعيبات في العينة.

P = نسبة المعيبات في المجتمع.

q= نسبة الوحدات الغير معابة(1-P) في المجتمع.

مثال (1):

تم سحب عينة عشوائية بحجم (4) مفردات من خط إنتاجي مستمر لمكبس تثقيب صفائح محدد له 0.1 كنسبة معيب مقبولة. ماهو احتمال وجود معيب واحد أو أقل في العينةوما هو احتمال وجود معيبين أو أكثر؟

الجواب الأول:

$P = 0.1$

$q = 1 - 0.1 = 0.9$

احتمال (0) $= \frac{4!}{0!(4-0)!} \times (0.1)^{0} \times (0.9)^{4-0}$

$= 0.656$

احتمال (1) $= \frac{4!}{1!(4-1)!} \times (0.1)^{1} \times (0.9)^{4-1}$

$= 0.292$

∴ احتمال وجود معيب واحد أو أقل في العينة هو0.948

$(0.656 + 0.292 = 0.948)$

الجواب الثاني:

يمكن إيجاد احتمال وجود معابين أو أكثر بطريقتين تتمثل الأولى بإستخدام قانون جمع الاحتمال وكما يلي:

$P(x \geq 2) = P(2) + P(3) + P(4)$

أو باستعمال قانون مجموع الاحتمالات وكالآتي:

$P(x \geq 2) =$ مجموع الاحتمالات $- P(x \leq 1)$

$= 1 - 0.948$

$= 0.052$

مثال (2):

وجد في مصنع من مصانع إنتاج معجون الطماطم أن نسبة العلب التالفة هي 5٪ فإذا أخذت عينة من (10) علب ما هو احتمال:

- أن تكون العينة تالفة بالكامل.
- أن تكون العينة جيدة بالكامل.
- أن يكون في العينة (3) علب تالفة فقط

الحل:

$P = 0.05$

$q = 0.95$

$n = 10$

الجواب الأول:

احتمال (10 تالفة) $= \frac{10!}{10!(10-10)!} \times (0.05)^{10} \times (0.95)^{10-10}$

$= 9.77 \times 10^{-14}$

الجواب الثاني:

احتمال (10جيدة) $= \frac{10!}{0!(10-0)!} \times (0.05)^{0} \times (0.95)^{10-0}$

$= 0.6$

الجواب الثالث:

$$\text{احتمال (3تالفة)} = \frac{10!}{3!(10-3)!} \times (0.05)^{3} \times (0.95)^{10-3}$$

$$= 0.105$$

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد توزيع ذي الحدين أيضاً إمكانية حساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري له وكما يلي:

- **الوسط الحسابي لتوزيع ذي الحدين هو:**

$$\mu = np$$

حيث أن:

μ = الوسط الحسابي.

n = عدد وحدات العينة.

P = نسبة المعيب في المجتمع.

- **الانحراف المعياري لتوزيع ذي الحدين هو:**

$$\sigma = \sqrt{npq}$$

مثال:

إذا كانت نسبة المعيب في وحدة إنتاج مصنع 10٪ احسب الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمعيب في عينة حجمها (400) وحدة منتجة.

الحل:

$n = 400$

$P = 0.1$

$q = 0.9$

وحدة $40 = 0.1 \times 400 = \mu$

$6 = \sqrt{400 \times 0.1 \times 0.4} = \sigma$

2.7.3 توزيع بواسون Poisson Distribution:

تخليداً لاسم العالم الذي أوجد سنة 1837 هذا التوزيـع (Simeon Poisson) تم تسميته بتوزيع بواسون ويستخدم التوزيع في حقل التصنيع عندما يكون حجـم العينـة (n) كبيراً ونسبة المعيب (P) صغيرة. كما له تطبيقات واسعة أخرى في مختلف المجالات التي تعتمد على مبدأ المشاهدة في وحدة الزمن مثل عدد توقفات المكائن في يوم العمل الواحد أو عدد الداخلين لسوق مركزي في (5) دقائق أو عدد العيـوب لكـل (1000) متر من القماش....الخ.

والمعادلة الرياضية لهذا التوزيع هي:

$$P(C) = \frac{(np)^c}{C!} . e^{-np}$$

حيث أن:

c = عدد مرات وقوع الحدث لكل وحدة زمن أو لكل كمية.

np = الوسط الحسابي لوقوع الحدث لكل وحدة زمن أو كمية.

2.718281 = e

أما الوسط الحسابي والانحراف المعياري لهذا التوزيع فيحسبان كما يلي:

$$\mu_c = np$$

$$\sigma = \sqrt{np}$$

وقـد تعلـق الأمـر بلوحـة بواسـون الشـكل (5.3) فـإن اسـتخدامها يـوفر الاحتمالات التراكمية بيانياً لقيم (np) المختلفة التي تتراوح بين 0.1 وإلى 30 من خلال تثبيت النقطة التي تمثل قيمة (np) على المحور الأفقي وإقامة عمود منهـا بمـوازاة المحـور العمـودي ولحـين أن يقطـع المنحني الـذي تسـاوي قيمتـه (.C) المطلوبـة أي (صـفر،

1،2،3،4....الخ). بعد هذه الخطوة يرسم خط موازٍ للمحور الأفقي بإتجاه المحور العمودي. فنقطة التقاطع معه تمثل قيمة الاحتمال المطلوب، أي احتمال $(C_0 \geq C)$ والمثال التالي يوضح ما تقدم ذكره رقمياً.

مثال:

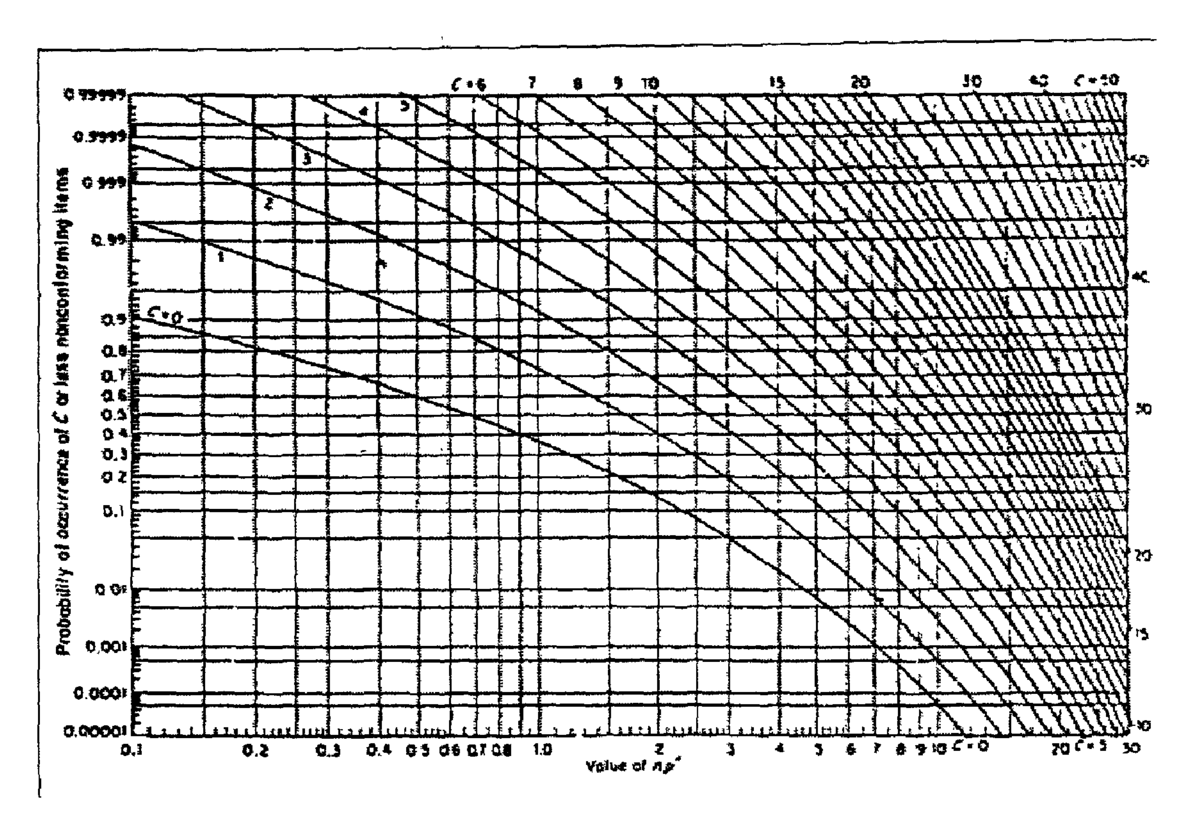
احسب احتمال وجود (4) عيوب أو أقل في وحدة منتجة علماً بأن متوسط عدد العيوب في الوحدة المنتجة (np) هو (2).

الحل:

1. نثبت نقطة العدد (2) على المحور الأفقي للوحة بواسون شكل (3-5) ثم نقيم عمود هذه النقطة لكي يقطع المنحنى رقم (4).
2. من نقطة تقاطع العمود مع المنحنى نرسم خطاً موازياً للمحور الأفقي بإتجاه المحور العمودي فنقطة التقاطع 0.97 هي الاحتمال المطلوب.

وجدير بالإشارة أن الاحتمال الذي تم تحديده 0.947 يفي بشرط التطبيق المتمثل:

الاحتمال $(4 \geq C) = \%.947$



شكل (5.3) لوحة توزيع بواسون لأيجاد احتمال
حدوث C أو أقل من المفردات المعيبة [23]

8.3 العلاقة بين التوزيعات الاحتمالية

The relationship between probability distributions:

كما هو معروف بالإمكان تحديد العلاقة بين التوزيعات الاحتمالية من خلال:

- استخدام التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع ذي الحدين.
- استخدام توزيع بواسون كتقريب لتوزيع ذي الحدين.

1.8.3 استخدام التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع ذي الحدين:

يستخدم التوزيع الطبيعي كتقريب لتوزيع ذي الحدين في إحدى الحالتين الآتيتين:

- عندما تكون قيمة (P) قريبة من (0.5).

- عندما يكون حاصل ضرب (n*p) مساوياً أو أكبر من 0.5

وجدير بالذكر، أن لهذا التقريب أهمية خاصة لتعيين حدود الضبط في لوحات ضبط الجودة للخواص المميزة التي سيتم التطرق إليها في الفصل الخامس من الكتاب. وتستخدم العلاقات الآتية لهذا الغرض:

$$\mu = np$$

$$\sigma = \sqrt{npq}$$

$$Z = \frac{x - np}{\sqrt{npq}}$$

حيث أن:

x = عدد الوحدات المعيبة

n = حجم العينة

p = نسبة المعيب في المجتمع

مثال:

إذا كانت نسبة المعيب في إنتاج إحدى المكائن 10٪ وأنتجت في يوم عمل كامل (400) وحدة. ماهو احتمال أن تكون 30 وحدة على الأكثر معيبة من هذا الإنتاج؟

الحل:

400 = n

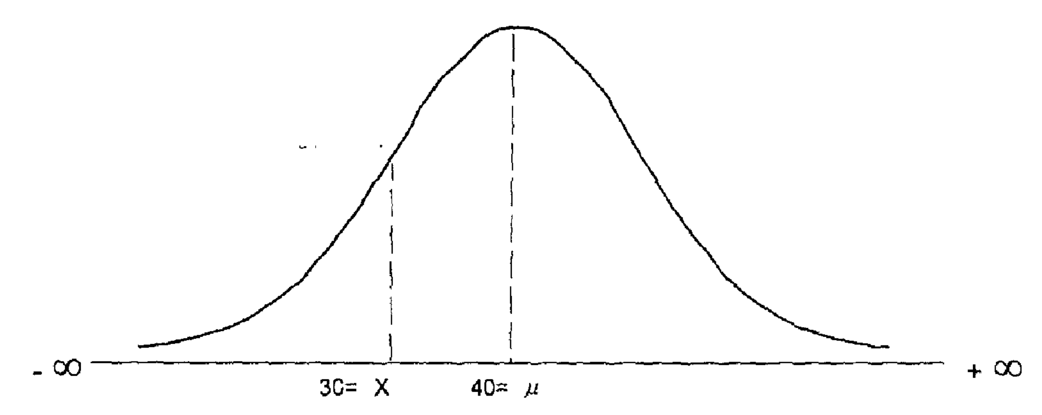
0.1 = p

$40 = 0.1 \times 400 = \mu$

$$\frac{40 - 30}{\sqrt{0.9 \times 0.1 \times 400}} = Z$$

1.66 − =

ومن الجدول (A) نجد أن المساحة المقابلة لقيمة -1.66، المساحة المحصورة بين ((Z = -∞ و(Z) = -1.66 هي 0.0485. لهذا فإن احتمال أن تكون (30) وحدة أو أقل معيبة من بين (400) وحدة منتجة مساوٍ إلى 0.0485. والشكل يوضح ما تقدم ذكره رقمياً.



2.8.3 استخدام توزيع بواسون كتقريب لتوزيع ذي الحدين:

يستخدم توزيع بواسون كتقريب لتوزيع ذي الحدين لتسهيل العمليات الحسابية الصعبة والمعقدة ويتوفر الشرطان الآتيان:

- أن تكون 0.1p≥
- أن تكون 0np≥

حيث أن:

n = حجم العينة

p = متوسط نسبة المعيب.

وجدير بالإشارة، أن درجة التقريب تزداد كلما تكبر قيمة (n) وتصغر قيمة (P) وتستخدم العلاقات الآتية لهذا الغرض:

$$\mu = np$$

$$\sigma = \sqrt{np}$$

مثال:

طلب تفتيش دفعة إنتاج جاهز مؤلفة من (1000) وحدة وكان معلوماً أن نسبة المعيب في الدفعة هو0.002. احسب باستخدام توزيع بواسون:

- احتمال الحصول على صفر من الوحدات المعيبة
- احتمال الحصول على وحدة معيبة.

الحل:

$1000 = n$

$0.002 = p$

$2 = 0.002 \times 1000 = np$

$$p(C) = \frac{(np)^C}{C!} . e^{-np}$$

$$0.135 = \frac{^0(2) \times ^{-2}(2.71)}{!0} = P(c = o)$$

$$0.271 = \frac{^1(2) \times ^{-2}(2.71)}{!1} = P(c = 1)$$

مثال:

تم سحب (100) علبة بطريقة عشوائية من خط إنتاج في مصنع للتعليب وكانت نسبة المعيب في ناتج العمليات الإنتاجية تساوي 2٪. احسب احتمال إيجاد (4) وحدات معيبة أو أقل في هذه العينة وباستخدام:

- توزيع ذي الحدين.
- توزيع بواسون.

الحل:

1. توزيع ذي الحدين

$$p(d \le 4) = \sum_{d=0}^{4} \frac{n!}{d!(n-d)!} . p^{d} . q^{n-d}$$

$$p(d \le 4) = \sum_{0=d}^{4} \frac{100!}{4!(100-4)!} (0.02)^{4} . (0.98)^{100-4}$$

$$= 0.9494$$

2. توزيع بواسون:

$$2 = np$$

$$p(C \le 4) = \sum_{4=0}^{4} \frac{(np)^{c}}{C!} . e^{-np}$$

$$= \sum_{c=0}^{4} \frac{(2)^{4}}{4\,!} (2.71)^{-2}$$

0 = 947.

تمارين وأسئلة الفصل الثالث

1. تمثل البيانات التالية قياس (75) قطر لمحور تتم خراطته بماكنة تحكم رقمي (NC) والمطلوب ترتيب القياسات في جدول تكراري ورسم مدرج التكرار لها.

5.23	5.29	5.71	5.38	5.13	5.51	5.33	5.61	5.09	5.32
5.25	5.31	5.21	5.05	5.67	5.26	5.40	5.01	5.24	5.57
5.44	5.25	5.34	5.32	4.98	5.65	5.42	5.47	5.56	5.32
5.58	5.79	5.37	5.28	5.43	5.14	5.26	5.34	5.40	4.92
5.27	5.12	5.23	5.59	5.41	5.39	5.63	5.42	5.35	5.16
5.21	5.51	5.44	5.33	5.54	5.22	5.35	5.52	5.30	5.53
5.37	5.46	5.19	5.36	5.18	5.10	5.29	5.07	5.15	5.50
					5.48	5.49	5.38	5.45	5.31

2. احسب الوسط الحسابي والانحراف المعياري للقياسات الواردة في السؤال (1) بالطريقة المطولة وبطريقة الترميز، ثم احسب الوسيط والمنوال؟

3. يبين الجدول التالي التوزيع التكراري لعدد ساعات اشتغال 400 مصباح كهربائي ثم اختبارها في إحدى الشركات.

التكرار	حدود الفئة (ساعة)
14	399 - 300
46	499 - 400
58	599 - 500
76	699 - 600
68	799 - 700
62	899 - 800
48	999 - 900
22	1099 - 1000
6	1199 - 1100

والمطلوب حساب ما يلي:

ا. الحد الأعلى للفئة الخامسة.

ب. مركز الفئة الرابعة.

ج. تكرار الفئة السابعة.

د. التكرار النسبي للفئة السادسة.

هـ. النسبة المئوية للمصابيح التي لا يتجاوز عدد ساعات اشتغالها 600 ساعة.

و. النسبة المئوية للمصابيح التي لا يقل عدد ساعات اشتغالها عن 500 ساعة ولكن يقل عن 1000 ساعة.

ز. قدر النسبة المئوية للمصابيح التي يقل عدد ساعات اشتغالها عن 560 ساعة.

ح. قدر النسبة المئوية للمصابيح التي عدد ساعات اشتغالها 970 ساعة وأكثر.

4. تم تفتيش المقاومة الكهربائية لعدد 200 منتوج كهربائي مقاسة بالأوم وتم تنظيمها في الجدول التكراري التالي:

حدود الفئات (أوم)	التكرار
68.5 - 66.5	2
70.5 - 68.5	7
72.5 - 70.5	13
74.5 - 72.5	22
76.5 - 74.5	25
78.5 - 76.5	44
80.5 - 78.5	40
82.5 - 80.5	24
84.5 - 82.5	16
86.5 - 84.5	5
88.5 - 86.5	2

والمطلوب:

أ. حساب الوسط الحسابي والانحراف المعياري للمقاومة الكهربائية لهذا الجهاز.

ب. على فرض أن التوزيع الطبيعي وأن الوسط الحسابي والانحراف المعياري المحسوبات في (أ) هي μ، σ فما هو عدد المنتوجات التي ستقع خارج حدود المواصفات المقررة لهذا المنتوج والتي تساوي 70±10 أوم؟.

5. كان التوزيع التكراري ل- (65) مسبوكة فولاذية بالكيلو غرامات كما يلي:

مركز الفئة	3:5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0
التكرار	6	9	18	14	13	5

والمطلوب حساب ما يلي:

أ) حساب الوسط الحسابي للتوزيع. ب) الانحراف المعياري.

ج) الوسيط. د) المنوال.

6. متوسط طول 24 طالباً في الفصل (أ) هو 1.75م ومتوسط طول 18 طالباً في الفصل (ب) هو 1.79م ومتوسط طول 29 طالباً في الفصل (ج-) هو 1.68م. فما هو المتوسط العام لطول الطلبة في الفصول الثلاثة.

7. احسب الوسيط للأعداد الآتية:

أ) 18، 8، 15، 11، 22.

ب) 43، 38، 35، 33، 28، 35.

8. احسب المنوال لمجاميع الأعداد التالية:

أ) 55، 45، 50، 45، 55، 55، 45، 50، 55.

ب) 84، 82، 86، 83، 88، 87، 89.

جـ) 17، 17، 15، 14، 14، 12، 12، 14، 17، 11.

9. حدد مدى كل من مجموعتي الأعداد التالية:

أ) 14، 21، 16، 17، 18، 25، 16.

ب) 43، 42، 42، 39، 45.

10. نتيجة لفحص التردد لعمود من نحاس طوله 145 سم تم الحصول على الأعداد التالية:

1200.1200 ،1190 ،1205 ،1185.

فما هو الانحراف المعياري لهذه الأعداد؟

11. تم قياس سمك ورق الكتابة لخمس عينات وكانت القياسات كما يلي:

0.082 مم، 0.073 مم، 0.077 مم، 0.076 مم، 0.080 مم.

احسب الانحراف المعياري للسمك.

12. دفعة من المجمدات عددها 16 مجمدة منها 4 مجمدات فيها عيوب بسيطة و8 مجمدات بدون عيوب و4 فيها عيوب كبيرة. سحبت عينة عشوائية عددها 4 مجمدات فما هو احتمال أن تكون جميعها بدون عيوب؟

13. في شركة إنتاج ولاعات غازية كان الوسط الحسابي لوزن الغاز السائل المضغوط داخل الولاعة في شهرين متتاليين يساوي 1.433 غم والانحراف المعياري يساوي 0.033غم فإذا علم أن المواصفات المقررة للوزن هي 0.085±1.460 غم وأن الوزن موزع توزيعاً طبيعياً، فما هي نسبة الإنتاج المخالف للمواصفات وهل يقترح تغيير الوسط الحسابي المستهدف؟ ولماذا؟

14. في عملية إنتاج على ماكنة تنعيم Grinder لجزء معقد اعتبرت إعادة التشغيل Rework أكثر اقتصاداً من عملية الإتلاف وعليه تقرر أن تكون نسبة إعادة العمل 12.5٪. فإذا فرض أن البيانات موزعة توزيعاً طبيعياً وكان الانحراف المعياري σ =0.01مم وحد المواصفة الأعلى 25.38مم فما مقدار متوسط العملية الإنتاجية μ؟.

15. دفعة تتألف من 100000 صامولة تحتوي على نسبة معيبات 0.002 أخذت منها عينة من 1000 صامولة. أوجد باستخدام معادلة توزيع بواسون احتمال الحصول على صفر من الصامولات المعيبة واحتمال الحصول على صامولة معيبة واحدة.

16. سحبت عينة عشوائية من 10 نضائد من خط الإنتاج الذي له نسبة معيبات 5٪. احسب باستخدام توزيع بواسون احتمال وجود نضيدتين معيبتين وقارن النتيجة عند حساب نفس الاحتمال باستخدام توزيع ذي الحدين؟

17. تم تفتيش 50 عينة من إنتاج المصابيح يتألف كل منها من 100 مصباح مأخوذة من خط إنتاجي تبلغ نسبة المعيبات فيه 3.2٪ فظهرت في كل عينة من العينات الخمسين عدد المصابيح المعيبة التالية:

رقم العينة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
عدد المعيبات	4	0	1	2	3	1	5	3	4	1	4	2
رقم العينة	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
عدد المعيبات	3	5	2	3	2	5	6	5	2	8	7	6
رقم العينة	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
عدد المعيبات	5	3	4	2	3	2	7	0	9	3	1	4
رقم العينة	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
عدد المعيبات	3	5	2	4	1	6	3	4	3	2	4	1
رقم العينة	49	50										
عدد المعيبات	3	2										

ب. رهن على أن عدد المصابيح المعيبة في العينات يتوزع بموجب توزيع بواسون أو قريبًا جدًا منه؟

18. إذا كانت نسبة المنتوج المعيب في خط إنتاج مستمر يساوي 6٪ فما هو احتمال وجود 0، 1، 2، 3 معيبات في عينة عشوائية تتألف من 5 مفردات مأخوذة في الخط.

19. إذا كان احتمال عدم مطابقة منتوج معين للمواصفات يساوي 0.3 فما احتمال أن تحتوي عينة مؤلفة من 50 منتوجاً على 10 منتوجات معيبة (استعمل توزيع ذي الحدين)؟

20. إذا استخدم توزيع بواسون في إيجاد الإحتمال في السؤال الثالث فما هو احتمال الحصول على 10 منتوجات غير مطابقة فقط:

وما هو احتمال وجود 10 منتوجات غير مطابقة أو أكثر في عينة تتألف من 50 منتوجًا.

21. إذا كان احتمال عدم مطابقة منتوج للمواصفات يساوي 0.034 فما هي احتمالات أن تحتوي عينة تتألف من 100 منتوج على عدد المعيبات التالية بالضبط: 0، 1، 2، 3، 4، 5، 6، 7، 8، 9، 10، 11

22.

أ. إذا كان احتمال عدم مطابقة منتوج معين للمواصفات يساوي 0.20 فما هو احتمال أن تحتوي عينة من 50 منتوجاً على 15 منتوجاً غير مطابق؟

ب. إذا استخدم توزيع بواسون كتقريب لتوزيع ذي الحدين في ايجاد الاحتمال السابق فما هو احتمال الحصول على 15 منتوجاً غير مطابق وما هو احتمال وجود 15 منتوجًا غير مطابق أو أكثر في عينة من 50 منتوجاً؟

23. في أحد مصانع تعبئة المياه المعدنية كانت نسبة المعيبات في ناتج ماكنة الأغطية البلاستكية تساوي 30٪ فإذا أخذت عينة تتألف من 5 أغطية فما هو احتمال وجود 4 أغطية معيبة أو أكثر فيها؟

24. الوسط الحسابي لعملية لحام معينة هو 1.60 دقيقة والانحراف المعياري هو 0.06 دقيقة فإذا كانت البيانات موزعة توزيعًا طبيعيًا، ما هي نسبة الأجزاء التي يستغرق لحامها أقل من 1.48دقيقة؟ وما هي نسبة الأجزاء التي يستغرق لحامها أكثر من 1.70دقيقة؟ وما هي نسبة الأجزاء التي يقع زمن لحامها ما بين 1.48 و1.72 دقيقة؟

25. مجموع مربع الانحرافات لمجموعة قياسات عن وسطها الحسابي مقسمة على عدد القياسات يساوي:

أ. σ ب. σ^2 جـ. صفر

د. $\bar{x}$ هـ. الانحراف المتوسط

26. الوسط الحسابي لكل من التوزيع المنفصل والمستمر يمكن أن ينظر على أنه:
   أ. النقطة التي يقع فيها 50٪ من القيم إلى جهة الشمال و50٪ إلى جهة اليمين.
   ب. مركز الثقل.
   جـ. النقطة التي تقع عندها أغلب القيم في التوزيع.
   د. جميع النقاط.

27. يتوزع طول اسطوانة معينة توزيعًا طبيعيًا متوسطة $\bar{x}$. ما هو عدد الانحرافات المعيارية المتناظرة حول $\bar{x}$ التي تحوي 80٪ من الأطوال؟

   أ. 1.04± ب. 0.52±

   جـ. 1.28± د. 0.84±.

28. خطة االتفتيش بالعينات يتم فيها عشوائيًا تفتيش 3 أمتار من كل 100 متر من الأسلاك حيث يقبل إذا كان العيوب صفر في الأمتار الثلاثة، فما هو احتمال رفض السلك يحتوي على عيب واحد لكل متر باستخدام هذه الخطة؟

   أ. 0.05 ب. 0.95 جـ. 0.72

   د. 0.03 هـ. 0.10.

29. عند استخدام توزيع بواسون كتقريب لتوزيع ذي الحدين فإن الشروط التالية تعطي أحسن تقريب:
   أ. حجم عينة كبيرة ونسبة معيبات كبيرة.
   ب. حجم عينة كبيرة ونسبة معيبات صغيرة.
   جـ. حجم عينة صغيرة ونسبة معيبات كبيرة.
   د. حجم عينة صغيرة ونسبة معيبات صغيرة.

30. عملية إنتاجية لها نسبة معيبات تبلغ 40٪. أخذت عينة من أربعة مفردات بصورة عشوائية فما هو احتمال وجود مفردة واحدة صالحة في العينة؟

أ. 0.870 ب. 0.575 جـ. 0.346 د. 0.130 هـ. 0.154.

31. احتمال وجود معيب واحد على الأقل في عينة من عشرة مفردات مأخوذة من خط إنتاجي له نسبة معيبات تبلغ 10٪ يساوي:

أ. $(0.10)^{10}$ ب. $(0.90)^{10}$ جـ. $1-(0.10)^{10}$

د. $1-(0.90)^{10}$ هـ. $(0.10)(0.90)^{9}$

32. عملية إنتاجية تسبب في المنتوج النهائي عيوباً من الصنف (A) أو الصنف (B) أو من الصنفين فإذا كان احتمال وجود عيب الصنف (A)= 0.10 والصنف (B)= 0.20 فإن احتمال ألا يحتوي المنتوج على عيب يساوي:

أ. 0.020 ب. 0.28 جـ. 0.30

د. 0.72 هـ. 0.68

الفصل الرابع

لوحات ضبط الجودة للمتغيرات

الفصل الرابع

لوحات ضبط الجودة للمتغيرات

1.4 مفهوم وأنواع وفوائد لوحات ضبط الجودة.

2.4 تقنية لوحات الضبط.

3.4 لوحة المتوسط والمدى.

4.4 حالات عدم العشوائية.

5.4 لوحة المتوسط والانحراف المعياري.

6.4 لوحة الوسيط.

1.4 مفهوم وأنواع وفوائد لوحات ضبط الجودة The concept and the types and benefits of quality control Charts:

كما هو معروف يعتبر فردريك تايلر Frederick Taylor مؤسس فكـرة الإدارة العلمية، حيث قام بتطبيق الطرق العلمية لحل المشاكل الإدارية الصناعية وركز بشـكل رئيس على تحليل العمل وتنظيمه كوسيلة لزيادة إنتاجية الفرد فى وحدة الزمن. ومـن الجدير بالذكر أن أفكار تايلر التى جاء بها فى كتابه (الإدارة العلمية) الذى نشـر عـام 1911 تطورت فيما بعد الى علوم متخصصة بحد ذاتها فى حقل إدارة الإنتـاج، حيـث قام شوهارت Shewhart سنة 1924 ولأول مرة باستعمال الطرق الإحصائية المعروفة آنذاك فى ضبط جودة الإنتاج من خلال تصميم لوحات عرفـت فـى البدايـة بمسـمى لوحات شوهارت لضبط الجودة وبعد التوسع الكبير في استخداماتها من قبل المصـانع اختصر اسمها إلى لوحات الضبط التى تتكون حسب تعريف المنظمة الأوربيـة لضـبط الجودة (13) من حد أعلى وحـد أدنـى للضـبط وخـط مركـز لكـى يحـدد اتجـاه قـيم القياسات الإحصائية لسلسلة من العينات أو المجموعات الفرعية نحـو أى مـن الحـدين بغية الوقوف على المسببات المرجعية (النظامية) للتغير فى العملية الإنتاجية.

أما لوحات ضبط الجودة فإنها بنوعين رئيسين طبقًـا لإمكانيـة قيـاس الخاصـية المطلوبة من عدمها ويتضمن كل نوع رئيس على عدد من الأنـواع الفرعيـة. والشـكل (1.4) يوضح ذلك.

Control Charts لوحات ضبط الجودة	
لوحات ضبط الجودة للمتغيرات Variables Control Charts	**لوحات ضبط الجودة للصفات المييزية Attributes Control Charts**
1. لوحة المتوسط والمدى $\bar{x} - R$ chart	1. لوحة نسبة المعيبات للعينة المتغيرة p-chart
2. لوحة المتوسط و الانحراف المعياري $\bar{x}$ - σchart	2. لوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة np-chart
3. لوحة الوسيط $\tilde{x}$ chart	3. لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة c-chart
	4. لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة u-chart

شكل (1.4) أنواع لوحات الضبط للمتغيرات والمميزات

تستخدم لوحات الضبط للمتغيرات فى حالة وجود إمكانية قياس المتغير الذى يعبر عن أى خاصية نوعية بواحدة من الوحدات الأساسية مثل الطول، الكتلة، الزمن، التيار الكهربائى، درجة الحرارة وشدة الإضاءة. وكذلك بواحدة من الوحدات المشتقة مثل القدرة، السرعة، القوة، الطاقة، الكثافة والضغط. ومن أنواعها لوحة المتوسط والمدى التى تستخدم بشكل واسع فى الصناعات الهندسية شريطة أن يكون حجم العينة أقل من (10) مفردات ولوحة المتوسط والانحراف المعيارى، ولوحة الوسيط عندما يكون التغير فى العملية صغيراً نسبة إلى حدود التفاوت.

أما لوحات الضبط للمميزات فأنها تستخدم عند عدم وجود إمكانية قياس المتغير الذى يعبر عن خاصية الجودة ويتم الحكم طبقًا لهذه اللوحات بمبدأ مقبول أو مرفوض كما فى صناعة المصابيح الكهربائية مثلاً ومن خلال لوحة نسبة المعيبات ذات

العينة المتغيرة ولوحة عدد المعيبات ذات العينة الثابتة، علاوة على لوحة عدد العيـوب للعينة الثابتة ولوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة.

وقدر تعلق الأمر بالمعـادلات الرياضـية لحسـاب خـط المركـز وحـدى الضـبط العلوى والسفلى المبنية على أساس(± 3σ) ولكافة أنواع لوحات الضبط للمـتغيرات والمميزات فإنها وكما هى عليها فى الجدول (1.4).

أما الجدول (2.4) فإنه يبين قيم المعاملات لحساب حدود الضـبط المبنيـة علـى أساس (3) انحرافات معيارية ولحجوم العينات من مفردتين إلى 25 مفردة وكذلك للتى تزيد عن(25) مفردة.

جدول (1.4) المعادلات الرياضية لحساب خط المركز وحدود الضبط

أنواع اللوحـــــات	خط المركز CL	الحد الأعـلى UCL	الحد الأدنى LCL
لوحة المتوســـــــط (في لوحة المتوسط والمدى).	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}}+A_2.\bar{R}$	$\bar{\bar{x}}-A_2.\bar{R}$
لوحة المتوسط (في لوحة المتوسط والانحراف المعيارى عندما n ≤25).	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}}+A_1.\bar{s}$	$\bar{\bar{x}}-A_1.\bar{s}$
لوحة المتوسط في لوحة المتوسط والانحراف المعيارى عندما n > 25.	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}}+3\frac{\bar{s}}{\sqrt{n}}$	$\bar{\bar{x}}-3\frac{\bar{s}}{\sqrt{n}}$
لوحـــــة الوســـــيط في لوحة الوسيط والمدى.	$\tilde{\tilde{x}}$	$\tilde{\tilde{x}}+\tilde{A}_2.\tilde{R}$	$\tilde{\tilde{x}}-\tilde{A}_2.\tilde{R}$
لوحة المدى (في لوحة المتوسط والمدى).	$\bar{R}$	$D_4.\bar{R}$	$D_3.\bar{R}$
لوحة المدى (في لوحة الوسيط والمدى).	$\tilde{R}$	$\tilde{D}_4.\tilde{R}$	$\tilde{D}_3.\tilde{R}$
لوحـــة الانحـــراف المعيـــاري (فـــي لوحـــة المتوســـط والانحراف المعياري عندما 25n ≥)	$\bar{S}$	$B_4.\bar{S}$	$B_3.\bar{S}$
لوحة الانحراف المعياري (في لوحة المتوسط والانحراف المعياري عندما $n > 25$)	$\bar{S}$	$\bar{S}+3\frac{\bar{S}}{\sqrt{2n}}$	$\bar{S}-3\frac{\bar{S}}{\sqrt{2n}}$
لوحة نسبة المعيب للعينة المتغيرة p-chart	$\bar{P}$	$\bar{P}+3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$	$\bar{P}-3\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$
لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة np-chart	$n\bar{p}$	$n\bar{p}+3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	$n\bar{p}-3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة c-chart	$\bar{C}$	$\bar{c}+3\sqrt{\bar{c}}$	$\bar{c}-3\sqrt{\bar{c}}$
لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة الثابت u-chart	$\bar{u}$	$\bar{u}+3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$	$\bar{u}-3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

جدول (2.4) قيم معاملات حساب حدود الضبط للوحات ضبط الجودة

مبنية على أساس (3) انحرافات معيارية

$\tilde{D}_4$	$\tilde{D}_3$	D_4	D_3	B_4	B_3	$\tilde{A}_2$	A_2	A_1	n
3.88	0	3.268	0	3.267	0	2.232	1.880	3.760	2
2.74	0	2.574	0	2.658	0	1.264	1.023	2.394	3
2.37	0	2.282	0	2.266	0	0.828	0.729	1.880	4
2.18	0	2.114	0	2.089	0	0.712	0.577	1.596	5
2.05	0	2.004	0	1.970	0.030	0.562	0.483	1.410	6
1.97	0.08	1.924	0.076	1.882	0.118	0.519	0.419	1.277	7

$\tilde{D}_4$	$\tilde{D}_3$	D_4	D_3	B_4	B_3	$\tilde{A}_2$	A_2	A_1	n
1.90	0.14	1.864	0.136	1.815	0.185	0.442	0.378	1.175	8
1.85	0.19	1.816	0.184	1.761	0.239	0.419	0.337	1.049	9
1.81	0.23	1.777	0.223	1.716	0.284	0.368	0.308	1.028	10
				1.679	0.321			0.973	11
				1.646	0.354			0.925	12
				1.618	0.382			0.884	13
				1.594	0.406			0.848	14
				1.572	0.428			0.816	15
				1.552	0.448			0.788	16
				0.534	0.466			0.762	17
				1.518	0.582			0.738	18
				1.503	0.497			0.717	19
				1.490	0.510			0.698	20
				1.477	0.523			0.679	21
				1.466	0.534			0.662	22
				1.455	0.545			0.647	23
				1.445	0.555			0.632	24
				1.435	0.565			0.619	25
				$1+\frac{3}{\sqrt{n2}}$	$1-\frac{3}{\sqrt{n2}}$			$\frac{3}{\sqrt{n}}$	25<
R	R	R	R	S	S	$\tilde{x}$	$\bar{x}$	$\bar{x}$	معامل لـ
$\bar{x}$ - S	$\bar{x}$ - S	$\bar{x}$ - S	$\bar{x}$ - S	$\bar{x}$ - S	$\bar{x}$ - S	$\tilde{x}$ - R	$\bar{x}$ - R	$\bar{x}$ - S	نوع اللوحة

وجدير بالذكر، أن لوحات الضبط تساعد على مراقبة التغيرات التى تحصل، أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية، فى كل من النزعة المركزية والتشتت لمجموعة من العينات لهذا فإنها أداة مهمة للحصول على معلومات تخدم جملة أغراض فى مقدمتها:

- اتخاذ القرار بصدد تجهيز المنتجات الجاهزة إلى المستهلك أو حجزها وإخضاعها لتفتيش بنسبة 100٪.
- اتخاذ القرار باستمرار العمليات الإنتاجية عندما تبين نقاط العملية بأنها تحت الضبط وإيقاف بعض العمليات أو جميعها عندما تظهر نقاط العملية خارج حدود الضبط بغية اتخاذ الإجراءات التصحيحية.

- تطوير مواصفات المنتوج وطرق الإنتاج وأساليب الفحص والتفتيش.
- كما تساعد وبشكل فاعل على تعليم الأفراد (العمال والمشرفين) على تقنية لوحات ضبط الجودة.

2.4 تقنية لوحات الضبط Control Charts Technique:

1.2.4 أنواع مسببات التغيرات في العملية الإنتاجية Types of causes of changes in the production process:

إن مفهوم التغيرية هو قانون طبيعى فى محتواه ويتمثل عملياً بصعوبة تصنيع منتجين متطابقين تمامًا ومن البديهى أن الوقوف على التغير يعتمد بشكل أساسي على أدوات القياس المستخدمة فإذا كانت دقيقة فإنها تظهر الإختلافات بين المنتجات المصنعة والعكس صحيح. وبصورة عامة هناك ثلاثة أنواع من التغيرات:

- التغيرات بين الوحدات المنتجة.
- التغيرات داخل الوحدة المنتجة.
- التغيرات التى تحدث فى فترات زمنية معينة.

وجدير بالتنويه أن العوامل التى تسبب التغيرات لا تتعدى:

- العمليات الإنتاجية وتتأتى بسبب استهلاك الأدوات، الإهتزاز فى أجزاء الماكنة، ضبط موقع المشغولة، تذبذب المنظومات الكهربائية والهيدروليكية.
- المواد وتتأتى بسبب قوة الشد، السمك، النفاذية، محتوى الرطوبة... الخ.
- العامل ويتأتى بسبب طريقة أداء العمل، ودرجة اتباعه للتكنولوجيا المقررة وأحيانًا بسبب الحالة النفسية والصحية للعامل المنفذ.
- ظروف العمل وتشتمل الحرارة، الضوء، الرطوبة، الإشعاعات... الخ.

ومن الجدير بالذكر أن العوامل الأربعة المشار إليها في أعلاه تؤدي إلى حدوث نوعين من التغيرات وهي:

- التغيرات الصدفية وتمتاز بصعوبة تشخيصها. وأن تأثيرها على العملية الإنتاجية صغير جدًا.
- التغيرات النظامية وتظهر هذه التغيرات إما بصورة تدريجية كالتى تحصل بسبب استهلاك أداة القطع أو القالب، أوبشكل مفاجيء كالتى تحصل بسبب تغير تنظيم الماكنة أو تلف أداة القطع. ومهما يكن فإن تأثير هذه التغيرات على العملية الإنتاجية كبير عادة، لهذا ينبغى تشخيص المسببات والعمل على مواجهتها.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن المسببات الصدفية تمثل الحد الأدنى من مقدار التغيرات المقبولة وتتسم العملية الإنتاجية المستمرة في حدود هذه المسببات بحالة الضبط الإحصائي، أما نسبة وقوع القيم داخل حدود الضبط فيعتمد على:

- إذا رسمت حدود الضبط على أساس $\pm 3 \times$ الانحراف المعياري فإن 99.7٪ من القيم تقع داخل حدود الضبط.
- إذا رسمت حدود الضبط على أساس $\pm 2 \times$ الانحراف المعيارى فإن القيم التي ستقع داخل حدود الضبط ستكون بسبة 95.5٪.

وعلى أية حال يمكن الإستعانة بالقاعدة التجريبية الآتية للحكم على مقدار التغير، فإذا كان تغيير العملية الإنتاجية $6 \times \sigma$ أقل من $\frac{1}{3}$ التفاوت فإن التغير صغير ولايستدعي اتخاذ إجراءات مشددة أما إذا كان تغير العملية أكثر من $\frac{2}{3}$ التفاوت فإن التغير كبير ويتطلب إجراءات مشددة. والجدول (3.4) يبين نوع وطبيعة الإجراءات الواجبة الإعتماد طبقاً لمقدار التغير.

جدول (3.4) الإجراءات المواجهه لمقدار تغيير العملية الإنتاجية

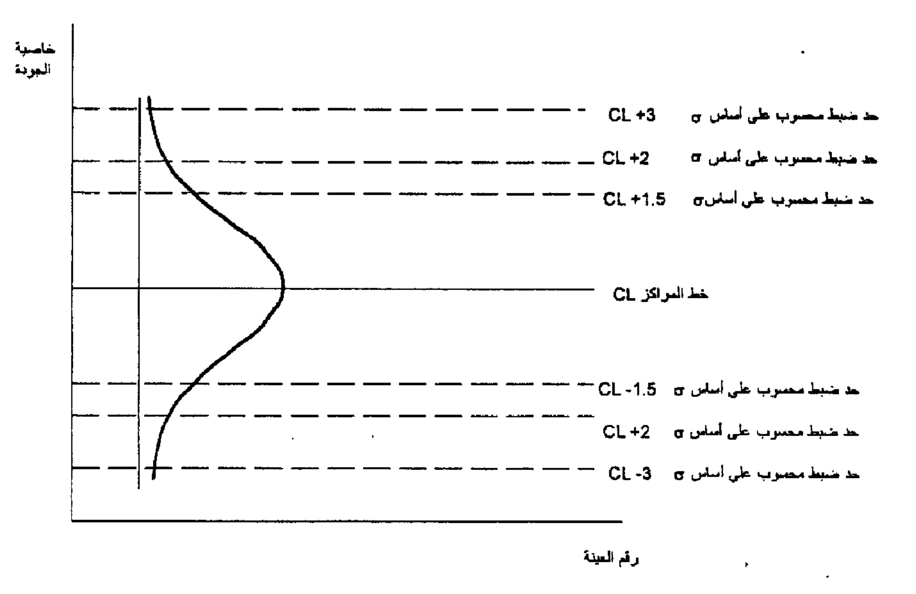
أنواع العمليات	المتوج داخل حدودالتفاوت		المتوج خارج حدود التفاوت	
	تغيير العملية نسبة للتفاوت صغير	تغيير العملية نسبة للتفاوت كبير	تغيير العملية نسبة للتفاوت صغير	تغيير العملية نسبة للتفاوت كبير
العملية تحت الضبط	تستدعي قيم تفاوتات أكثر تشدداً بهدف تحسين الجودة	لايتطلب إجراء بالحالة العامة	المتوسط مزاح ينبغي تصحيحه	المتوسط مزاح والإنتشاركبير يتعين تصحيح المتوسط وتفاوت أوسع
العملية خارج حدود الضبط	لايتطلب إجراء بالحالة العامة	تستدعي مواجهة المسببات بصيغ إقتصادية	اما متوسط العملية مزاح أو العملية شادة أو كلتيهما. يتعين تصحيح الإزاحة وتوسيع التفاوت مقابل عزل المتجات المعيبة	

2.2.4 مكونات لوحة ضبط الجودةControl Charts Components :

من الثابت علمياً، أن لوحة ضبط الجودة تمثل طريقة بيانية لمراقبة العملية الإنتاجية بصورة مستمرة وتتألف من محور سيني يمثل تتابع العينات المأخوذة بمرور الزمن ومحور صادي يمثل خاصية الجودة المطلوب متابعتها ويضم المحورين(3) خطوط وبالتفصيل الآتي:

- خط الوسط ويمثل المتوسط العام للخاصية ويسمى خط المركز (Central line) ومختصره (CL) ويرسم بشكل غير متقطع.
- حد الضبط الأعلى (Upper Control Limit) ومختصره (UCL) ويرسم بشكل متقطع ويبعد عن خط المركزبمسافة +(σ3).
- حد الضبط الأدنى (Lower Control Limit) ومختصره (LCL) ويرسم بشكل متقطع ويبعد عن خط المركز بمسافة تساوي- (σ3).

ويتوجب الإشارة إلى أن حدي الضبط العلوي والسفلي قد يرسمان بمسافة تبعد عن خط المركز بمقدار ± (σ2) أو ± (σ1.5) في حالات خاصة والشكل (2-4) يبين ذلك.



شكل (2-4) المظهر العام للوحة ضبط الجودة وبدائل وضع حدود الضبط

3.2.4 متطلبات رسم لوحة ضبط الجودة

Requirements for drawing control chart:

إن المتطلبات الضرورية لرسم لوحة ضبط الجودة متمثلة بالآتي:

- اختيار خاصية الضبط.
- اختيار العينات الممثلة.
- جمع البيانات.
- تعيين حدود الضبط التجريبية.
- تعيين حدود الضبط المعدلة.

عند اختيار خاصية الضبط ينبغي إعطاء الأولوية لخواص الجودة التي تؤثر على أداء المنتوج وشريطة أن تكون ناتجة عن المواد الأولية أو الأجزاء المكونة للمنتوج أو الجاميع الثانوية. وهذا يعني عملياً اختيار الخاصية المتسمة بصعوبة تنفيذها أو كلفتها العالية، الأمر الذي يهيئ فرصة تقليل تكاليف الإنتاج من خلال خفض نسب الإنتاج المعيب وكلف إعادة العمل، وقدر تعلق الأمر بتحديد تتابع أولويات الخواص النوعية يمكن استخدام تحليل باريتو الذي سيتم التطرق إليه في الفصل الثامن من هذا الكتاب

لهذا الغرض علاوة على وجوب إعطاء الأفضلية في اختيار الخاصية التي تخضع للتفتيش بأسلوب الفحص الإتلافي.

أما اختيار العينات الممثلة فواضح لدى العاملين بنشاط ضبط الجودة في المنشآت الصناعية إن البيانات التي ترسم في لوحات الضبط تتكون من العينات أو المجاميع الثانوية وتؤخذ بموجب طريقة من الطريقتين الآتيتين طبقاً لطبيعة ونوع الإنتاج:

- **الطريقة الأولى:** وتتمثل بأخذ مفردات المجاميع الثانوية مباشرة بعد إنتاجها وكمثال أخذ (5) مفردات من المنتوج حسب توالي إنتاجها وبعد ساعة تكرر نفس العملية...إلخ. تسمى هذه الطريقة بالطريقة الفورية.
- **الطريقة الثانية:** وتتمثل بأخذ عينة من إنتاج فترة زمنية محددة وكمثال أخذ (5) مفردات، بصورة عشوائية كل ساعة من الإنتاج المتجمع. وتسمى هذه بطريقة الفترة الزمنية.

إن الطريقة الأولى تظهر أقل تغير بين مفردات العينة وأكبر تغير بين العينات المتتابعة، أما الطريقة الثانية فإنها تعطي أقصى تغير داخل العينة وأقل تغير فيما بين العينات المتتابعة. وعلى سبيل المثال فإن قيم المتوسط $\bar{x}$ للعينات بموجب الطريقة الأولى يمكن أن تتراوح بين 26-34 وقيم المدى بين 0-4، أما بموجب الطريقة الثانية فإن المتوسط يمكن أن يتراوح بين 28-32 والمدى بين 0-8، إضافة لما تقدم تعتبر الطريقة الأولى مرجعاً زمنياً لتحديد المسببات النظامية ولكنها لاتعطي نتائج إجمالية دقيقة. في الوقت الذي تعطي الطريقة الثانية نتائج إجمالية دقيقة، لهذا فإن تقارير الجودة التي تكتب في ضوء معلوماتها تمثل صورة أدق للجودة.

وبعد تبيان إيجابيات وسلبيات كل طريقة لابد من الإشارة إلى أن المنشآت الصناعية تستخدم الطريقة الأولى (الفورية) بشكل أوسع من الطريقة الثانية لأنها مقياس حساس للتبدلات في قيم متوسط العملية الإنتاجية، علماً بأنه من الأفضل من الجانب العملي استخدام الطريقتين معاً وهذا لايستدعي جهداً كبيراً لأنه لايتطلب

سوى رسم لوحتين منفصلتين لهما حدود ضبط مختلفة. وجدير بالذكر بأنه وبغض النظر عن استخدام أي من الطريقتين ينبغي أن تكون الدفعة التي أخذت منها العينات متجانسة، أي أن تكون قد انتجت على نفس الماكنة والعامل والمادة الأولية والقالب.

وفيما يتعلق بحجم العينة فإنه بحاجة لقرار تجريبي في ضوء عملية الموازنة بين جملة اعتبارات متمثلة بالآتي:

- الحجم الكبير للعينة يساعد على جعل حدود الضبط أقرب إلى القيمة المركزية. كما أنه أكثر حساسية للتبدلات الصغيرة في المتوسط الحسابي للعملية الإنتاجية ولكن الحجم الكبير يرفع من كلفة التفتيش الأمر الذي يستدعي إجراء مقارنة بين زيادة الكلفة ودرجة الدقة المطلوبة.
- عند استخدام طريقة الفحوصات الإتلافية وإذا كانت كلفة الوحدة المنتجة عالية يتعين أخذ عينات لايتجاوز عدد مفرداتها عن 2-3 مفردات لتقليل التكاليف.
- علم الإحصاء يشير إلى أن توزيع المتوسطات لعينات عدد مفرداتها 4 وأكثر يتبع التوزيع الطبيعي حتى عندما تكون العينات مأخوذة من إنتاج لايتبع التوزيع الطبيعي، لهذا تستخدم بشكل واسع العينات بحجم (5) مفردات إلا في الحالات التي يطلب فيها مراقبة التشتت بواسطة لوحة ضبط الجودة للإنحراف المعياري، وذلك لأن رسمها يستدعي أن تكون عدد مفردات العينة أكثر من (10) مفردات.

أما تحديد الفترة الزمنية بين أخذ عينة وأخرى من خط إنتاجي أو ماكنة تنتج أكثر من (100) وحدة في الساعة فيعتمد على [20]:

- إذا كانت العملية الإنتاجية غير مستقرة، أو عند تغير المتوسط الحسابي والمدى بسرعة فإن الفترة الزمنية بين أخذ عينة وأخرى هي نصف ساعة.
- إذا كانت العملية الإنتاجية مستقرة، فإن الفترة الزمنية بين أخذ عينة وأخرى هي من 1-2 ساعة.
- إذا كانت العملية الإنتاجية تحت الضبط الإحصائي، فإن الفترة الزمنية بين أخذ عينة وأخرى هي (4) ساعات.

وقدر تعلق الأمر بجمع البيانات اللازمة لرسم لوحات الضبط فإنها تجمع بموجب نموذج خاص بكل نوع من أنواع اللوحات المشار إليها في الشكل (4 -1) على أن تشترك الاستمارات كافة بما يلي:

- حيز لتسجيل المعلومات الثابتة مثل اسم الجزء، رقم الجزء، التاريخ...إلخ.
- حيز لتسجيل البيانات من أكبر عدد من العينات وعلى أن يتضمن عدة حقول لتثبيت تاريخ ووقت أخذ العينة، قياسات العينة، المجموع والمتوسط والمدى للعينة فضلاً عن حدود لوحة الضبط.

وبعد تجميع المعلومات الضرورية لرسم اللوحة يتعين حساب القيم المتوسطة والمدى لتعيين حدود الضبط التجريبية وعلى سبيل المثال عند رسم لوحة المتوسط والمدى ($\bar{x}$ -R chart) تحسب القيمة المتوسطة باستخدام المعادلات الآتية:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\sum_{j=1}^{K} \bar{x}_j}{K}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^{K} R_j}{K}$$

حيث إن:

$\bar{\bar{x}}$ = المتوسط الحسابي لجميع أوساط العينات.

$\bar{x}_j$ = المتوسط الحسابي إلى العدد (j) من العينات المأخوذة

K= عدد العينات.

$\bar{R}$ = المتوسط الحسابي لمدى العينات.

R_j= المدى إلى العدد (j) من العينات.

أما حدود الضبط للوحتي (المتوسط والمدى) فإنها تقع على بعد ± 3 × الانحراف المعياري من قيمة المتوسط الحسابي للأوساط والمديات وتحسب طبقاً للمعادلات التالية:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - 3\sigma_{\bar{x}}$$

$$UCL = \bar{R} + 3\sigma_{R}$$

$$LCL = \bar{R} - 3\sigma_{R}$$

حيث أن:

UCL = حد الضبط الأعلى.

LCL = حد الضبط الأدنى.

$\sigma_{\bar{x}}$ = الانحراف المعياري للمتوسط الحسابي للعينات ($\bar{x}$)

σ_{R} = الانحراف المعياري لمدى العينات.

وبما أن حاصل ضرب متوسط المديات ($\bar{R}$) في المعامل(A_2) يمثل ثلاثة انحرفات معيارية في المعادلات الخاصة بلوحة المتوسط وحاصل ضرب متوسط المديات ($\bar{R}$) في المعامل (D_4) يمثل الحد الأعلى للوحة المدى وفي (D_3) الحد الأدنى منها يمكن إعادة صياغة المعادلات الخاصة بحساب حدود لوحتي المتوسط والمدى إلى الصيغة المبسطة الآتية:

1. حدود الضبط للوحة المتوسط

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

2. حدود الضبط للوحة المدى:

$$UCL = D_4\bar{R}$$

$$LCL = D_3\bar{R}$$

حيث أن:

D_4, D_3, A_2 = معاملات تعتمد قيمتها على حجم العينة (n) وكما هي عليه في الجدول (2.4) ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن حدي الضبط الأعلى والأدنى في لوحة المتوسط متماثلان حول خط المركز، ولهذا ينبغي من الناحية النظرية أن يكون حدا الضبط في لوحة المدى متماثلين حول خط المركز أيضاً ولكن يحدث ذلك عملياً عندما يكون حجم العينة أكثر من (5) مفردات.

3.4 لوحة المتوسط والمدى Mean – Range Control Chart:

مثال (1):

تم أخذ (30) عينة حجم كل منها (5) علب وبوزن مفروض قدره (50) غرام في كل ساعة فعلية من ساعات وجبة العمل للأيام 12 و13 و14و 15 و16/ 12/ 1992 من الخط الإنتاجي الخاص بتعبئة القشطة في إحدى منشآت الألبان وكانت نتائج الوزن كما في الجدول (3.4).

جدول (3.4) وزن مفردات العينات

تسلسل العينات	التاريخ والوقت	وزن مفردات العينة بالغرام				
		الأولى	الثانية	الثالثة	الرابعة	الخامسة
1	1992/12/12 الساعة 8	45	48	49	50	52
2	الساعة 9	55	57	52	53	55
3	الساعة 10	44	48	56	52	50
4	الساعة 11	55	51	48	49	52
5	الساعة 12	48	52	50	46	48
6	الساعة 13	42	45	48	50	50
7	1992/12/13 الساعة 8	40	45	48	52	52
8	الساعة 9	58	56	58	60	54
9	الساعة 10	55	52	48	55	55
10	الساعة 11	48	42	42	48	50
11	الساعة 12	50	50	42	42	44
12	الساعة 13	58	50	50	52	54
13	1992/12/14 الساعة 8	55	52	45	50	51
14	الساعة 9	50	52	48	47	53
15	الساعة 10	52	55	45	42	50
16	الساعة 11	55	56	58	58	50
17	الساعة 12	48	52	44	47	53
18	الساعة 13	50	52	46	48	55
19	1992/12/15 الساعة 8	55	45	42	40	48
20	الساعة 9	38	42	48	46	45
21	الساعة 10	50	52	54	54	52
22	الساعة 11	46	56	50	50	54
23	الساعة 12	55	48	55	55	54
24	الساعة 13	48	52	59	51	49
25	1992/11/16 الساعة 8	52	53	54	52	46
26	الساعة 9	60	58	56	52	51
27	الساعة 10	55	48	52	55	51
28	الساعة 11	49	50	55	52	55
29	الساعة 12	55	51	44	42	42
30	الساعة 13	44	48	52	54	56

واتبعت الخطوات الآتية لرسم اللوحة:

1. حســـاب المدى والوسط الحسابي للعينات وكانت النتائج كما هـي عليـه في الجدول (4.4).

2. تحديد قيمة الوسط الحسابي والمـدى للأوسـاط والمـديات وطبقـاً للمعادلـة الآتية:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum_{j=1}^{K} \bar{X}j}{K}$$

$$50.36 = \frac{1510.8}{30} = \frac{50.8 + ... \; 54.4 + 48.8}{30} = \bar{\bar{X}}$$

$$\bar{R} = \frac{\sum_{j=1}^{K} \bar{R}j}{K}$$

$$8.83 = \frac{12 + ... + 5 + 7}{30} = \bar{R}$$

جدول (4.4) المدى والوسط الحسابي للعينات

العينات	المدى	الوسط الحسابي	العينات	المدى	الوسط الحسابي
1	7	48.8	16	8	55.4
2	5	54.4	17	9	48.8
3	12	50	18	9	50.2
4	7	51	19	15	46
5	6	48.8	20	10	43.8
6	8	47	21	4	52.4
7	12	47.4	22	10	51.2
8	6	57.2	23	7	53.4
9	7	53	24	11	51.2
10	8	46	25	8	51.4
11	8	45.6	26	9	55.4
12	8	52.8	27	11	50
13	10	50.6	28	6	52.2
14	6	50	29	13	46.8
15	13	48.8	30	12	50.8

3. حساب حدود الضبط للوحة المتوسط $\bar{X}$ وكما يلي:

$$55.46 = 8.83\times0.557+50.36 = UCL$$

$$50.36 = CL$$

$$45.26= 8.83 \times 0.577 - 50.36 = LCL$$

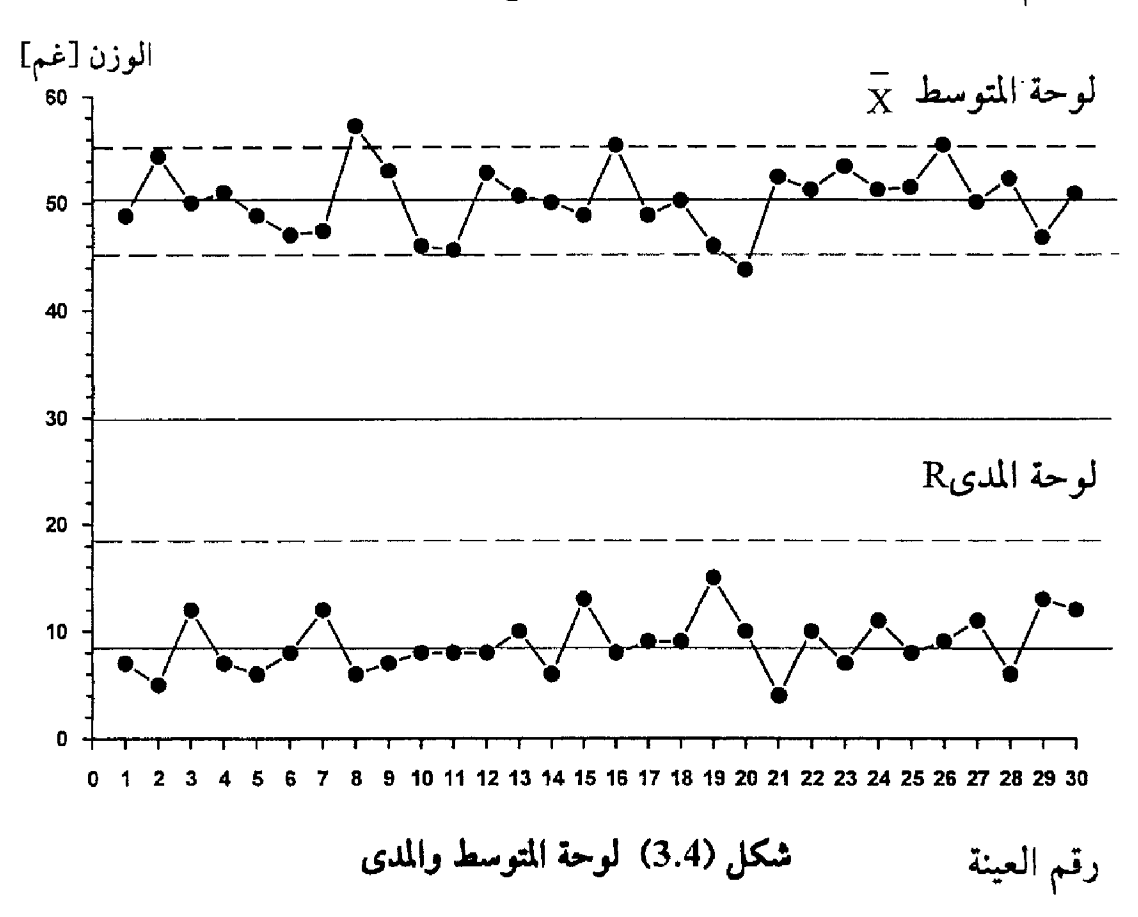
4. حساب حدود الضبط للوحة المدى وكالآتى:

$$18.68 = 8.83 \times 2.115 = UCL$$

$$8.83 = CL$$

LCL = صفــــر.

5. رسم لوحة المتوسط والمدى وكما فى الشكل (3.4):



شكل (3.4) لوحة المتوسط والمدى

6. تحليل النتائج:

من الشكل (3.4) يبدو أن نقطة العينة رقم (8) خارج الحد الأعلى للضبط فى لوحة المتوسط ونقطة العينة رقم (20) خارج الحد الأدنى فى نفس اللوحة. وهذا استدعى دراسة المسببات وبنتيجة ذلك تبين أن سبب خروج نقطة العينة رقم (8)خارج الحد الأعلى هو تغير ضبط الماكنة ونقطة العينة رقم (20) هو حصول اختلاف بكثافة القشطة. وعليه أهملت هاتان العينتان (8) و(20) تم إعادة حساب حدود لوحات الضبط على أساس معلومات العينات المتبقية والبالغ عددها (28) عينة وكما يلى:

$$50.34 = \frac{1409.8}{28} = \frac{(43.8 + 57.2) - 1510.8}{28} = \bar{\bar{X}}$$

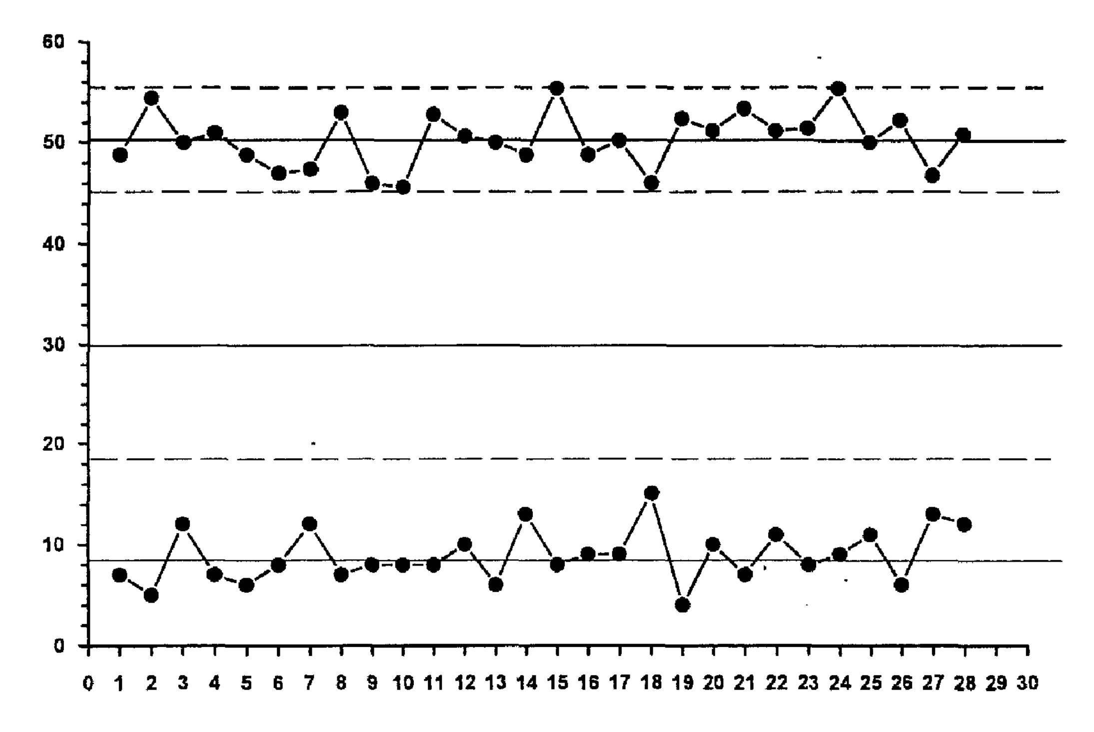
دولهذا تصبح حدود الضبط الجديدة للوحة المتوسط كالآتى:

$$55.43 = 8.83 \times 0.557 + 50.34 = UCL$$

$$50.34 = CL$$

$$45.25 = 8.83 \times 0.557 - 50.35 = LCL$$

والشكل (4.4) هو لوحة المتوسط والمدى الجديدة فى ضوء المعلومات المعدلة وتم تعين النقاط التى تمثل $(\bar{x})$ و(R) للعينات المتبقية عليه. لذا تعتبر حدود هذه اللوحة هى الحدود الفعلية التى سيتم استخدامها فى ضبط جودة العملية الإنتاجية. ومما يجب التنويه إليه بهذا الصدد، أن الخبرة العملية تشير إلى وجوب اخضاع حدود اللوحة الجديدة للمراجعة الدورية. كما يبين الشكل (5.4) نموذج لاستمارة قياسية تستخدم في لوحة المتوسط والمدى.



شكل (4.4) لوحة المتوسط والمدى المعدلة

اسم الجزء	رقم الجزء	التغيرات	رقم الإصدار
مطلوب لأجل	الخاصية	تاريخ الإصدار	إعداد

رقم أمر العمل	العملية	الماكينة	القسم	العامل	الفاحص

لوحة المتوسط	n=	LCL =	UCL =

لوحة المدى	n=	LCL =	UCL =

تسلسل	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
X_1												
X_2												
X_3												
X_4												
X_5												
ΣX												
$\bar{X}$												
R												

تسلسل	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
X_1											
X_2											
X_3											
X_4											
X_5											
ΣX											
$\bar{X}$											
R											

شكل (5.4) لوحة الضبط للمتوسط والمدى

4.4 حالات عدم العشوائية Cases of non-randomness:

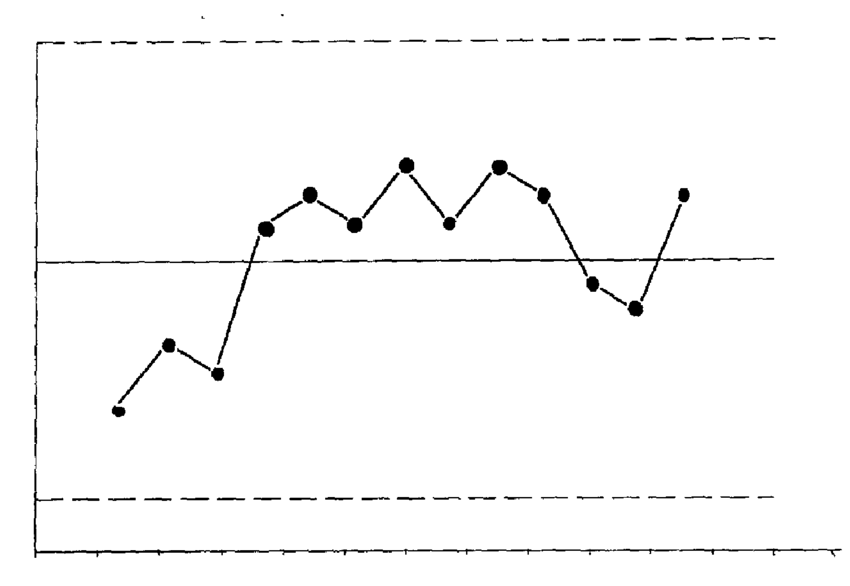
بعد رسم أية لوحة ضبط وتعيين نقاط العينات عليها ينبغى إجراء تحليل متفحص لهيئة نقاط العينات من حيث علاقتها بخط المركز وحدى الضبط بعد الأخذ بمبدأ وقوع نقطة واحدة خارج حدود الضبط بما فى ذلك وقوعها على حد الضبط، دليل على عدم انضباط العملية الإنتاجية وكما يلى:

1. إذا وقعت جميع النقاط داخل حدود الضبط تعتبر العملية الإنتاجية تحت الضبط الاحصائى ويتعين تبني هذه الحدود واعتبارها حدود الضبط الفعلية واعتماد اللوحة للمراقبة على العمليات الإنتاجية اللاحقة.
2. إذا وقعت بعض النقاط خارج حدود الضبط فإن هذا يعنى عمليًا إن العملية الإنتاجية خارج حدود الضبط. وعليه يتبع أحد الإجراءين الآتيين:

- إجراء دراسة للوقوف على المسببات النظامية التى أدت إلى خروج النقاط عن حدود الضبط، والعمل على مواجهة المسببات وبعد ذلك جمع بيانات جديدة وإعادة الحسابات ورسم لوحة ضبط جديدة فى ضوء ذلك.
- أو اهمال القراءات الخارجة عن الحدود بعد معرفة المتغير النظامى وإزالة مسبباته وإعادة حساب حدود لوحة الضبط على أساس العينات المتبقية واعتماد اللوحة الجديدة للضبط على العمليات الإنتاجية اللاحقة مع وجوب اخضاعها للمراجعة الدورية. وهذا ما تم العمل به فى المثال المشار إليه في مثال (1). وجدير بالتنويه بهذا الصدد أن ما ذكر يصح فى كل الحالات التى يكون فيها عدد العينات داخل حدود الضبط من مجموع العينات المأخوذة (25) عينة كحد أدنى.

3. فى بعض الحالات وعلى الرغم من وقوع جميع النقاط داخل حدود الضبط ينبغى دراسة المسببات النظامية لهيئة النقاط للعمل على مواجهتها. ومن بين هذه الحالات:

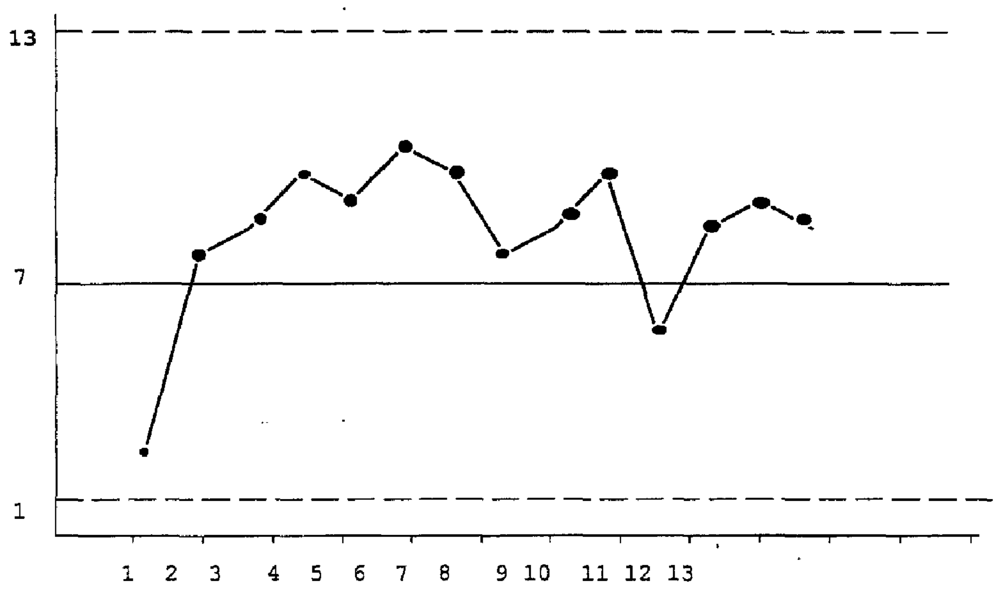
- حالة التعاقب (Run) وتتمثل بوقوع العديد من النقاط على جهة واحدة من الخط المركز وكمثال وقوع (7) نقاط بشكل متتالى من أصل (9) نقاط وكما فى الشكل (6.4 أ) و(10) نقاط من أصل (11) نقطة وكما فى الشكل (4 - 6). و(12) نقطة من أصل (14) نقطة وكما فى الشكل (4 - 7). وجدير بالتنويه أن شرط تعاقب النقاط يحكم الحالة المشار إليها فى الشكل (5.4) فقط.



شكل (6.4 أ) تعاقب سبعة نقاط

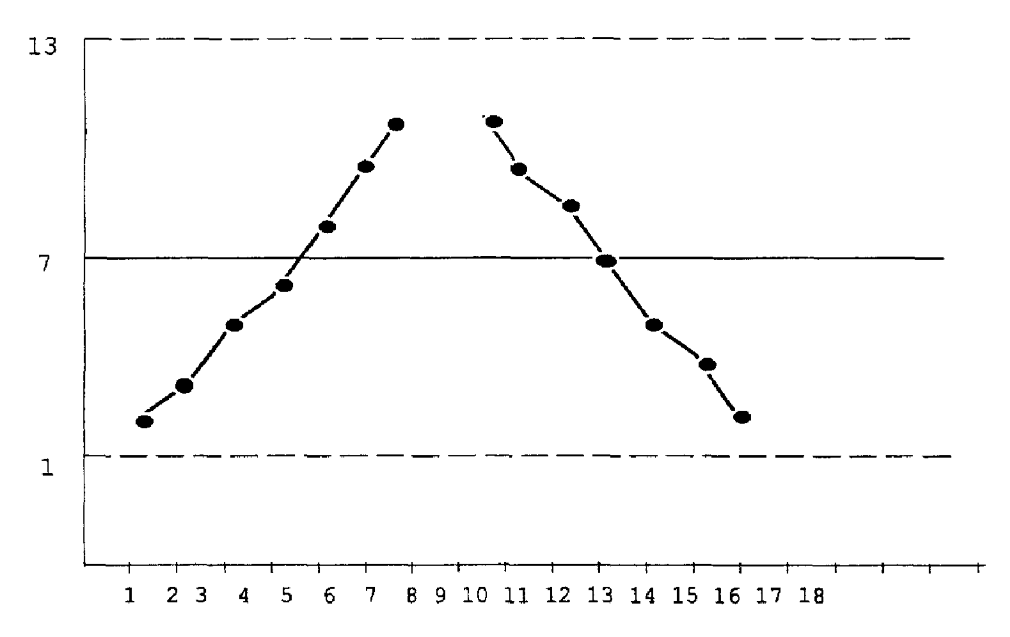
13
7
1
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

شكل(6.4) تعاقب عشرة نقاط



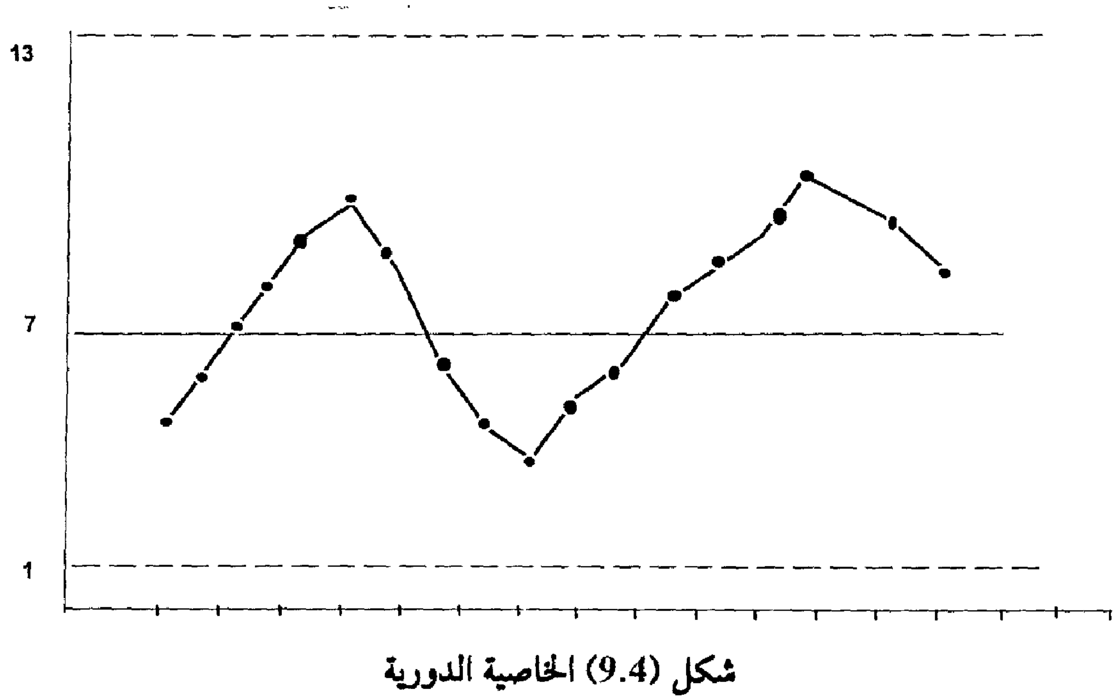
شكل (7.4) تعاقب اثنتي عشرة نقطة

- حالة المتجهات (Trends) وتتمثل هذه الحالة بالارتفاع أو الانخفاض المستمر لعدد من النقاط. والقاعدة المعتمدة للحكم على أن العمليـة الإنتاجيـة غـير منضبطة هى اتجاه سبع نقاط متتالية صعوداً أو نزولاً. والشكل (8.4) يوضح ذلك.



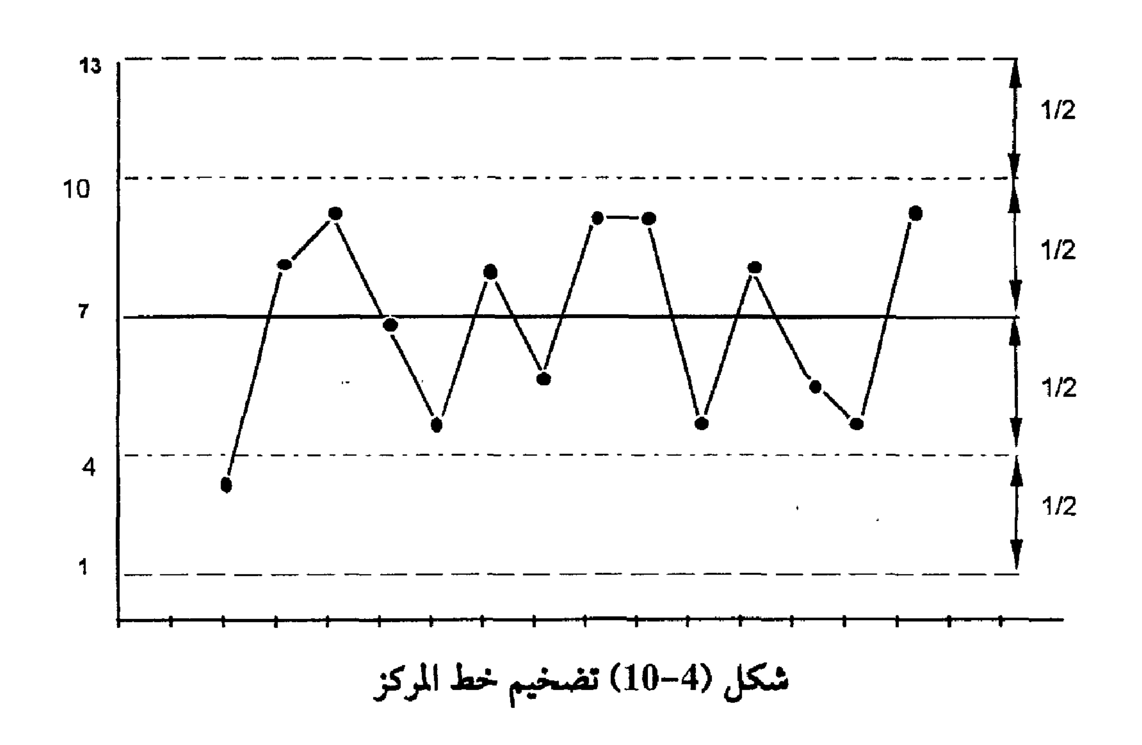
شكل (8.4) اتجاه سبع نقاط صعوداً ونزولاً

- حالة الخاصية الدورية (Periodicity) وتتمثل بإرتفاع النقاط وانخفاضها بفترات زمنية متساوية مما يدل على وجود تكرار دورى متعاقب. وجدير بالذكر بصدد هذه الخاصية عدم وجود طريقة مبسطة لتقويمها واتخاذ الإجراءات فى ضوء ذلك. وفى الواقع العملى يكتفى بمتابعة حركة النقاط بصيغة فاعلة وتتخذ الإجراءات وفقًا لنوع المؤشرات النظامية المستنبطة بنتيجة المتابعة. والشكل(9.4) يبين ذلك.

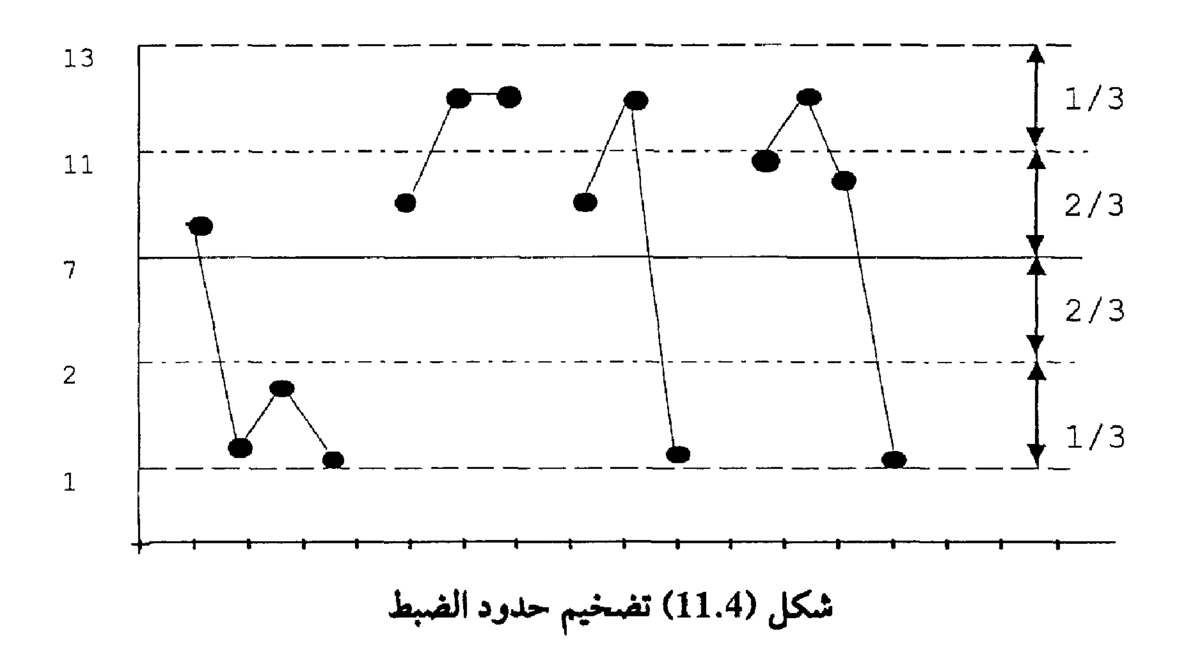


شكل (9.4) الخاصية الدورية

- حالة تضخيم خطوط الضبط (Hugging of the control lines) وتتمثل هذه الحالة بمحافظة النقاط فى لوحة الضبط على مواقعها قرب خط المركز أو حدود الضبط. والسبب الرئيس لذلك اختلاط أنواع مختلفة من البيانات أو اختلاط بيانات من عناصر مختلفة مع بيانات العينة والشكلان (11.4) و(11.4) يوضحان ذلك.



شكل (4-10) تضخيم خط المركز



شكل (11.4) تضخيم حدود الضبط

5.4 لوحة المتوسط والانحراف المعيارى Mean – Standard Deviation Control Chart:

مثال (2):

تم أخذ (25) عينة حجم كل منها (5) كؤوس زنك المستخدمة فى إنتاج النضائد الجافة فى شركة صناعة النضائد وللفترة من 1/ 11 ولغاية 30/ 11/ 1992 وتم قياس قطر الكأس المحدد ب- (27.9± 0.3مم) حسب المواصفة. وكانت نتائج قياسات مفردات كل عينة والمتوسط الحسابى والانحراف المعيارى فى الجدول (5.4).

واتبعت الخطوات التالية لرسم اللوحة:

1. تحديد قيمة الوسط الحسابى للأوساط وكما يلى:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{27.87 + \ldots\ldots 27.78 + 27.77}{25} = 27.84 \text{ مم}$$

جدول (5.4) المتوسط الحسابي والانحراف المعياري للعينات

σ	$\bar{X}$	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	التاريخ	ت
0.15	27.77	27.6	27.84	27.98	27.84	27.60	11/1	1
0.12	27.78	27.76	27.62	27.70	27.84	27.96	11/2	2
0.07	27.73	27.73	27.85	27.70	27.71	27.65	11/3	3
0.17	27.88	27.97	27.96	27.92	27.55	28.04	11/5	4
0.20	27.86	27.85	27.95	28.19	27.65	27.64	11/6	5
0.24	27.86	27.65	28.11	27.65	27.70	28.20	11/7	6
0.05	27.71	27.70	27.68	27.63	27.78	27.75	11/8	7
0.26	27.82	27.65	27.40	27.96	28.01	28.09	11/9	8
0.16	27.85	27.89	27.95	27.60	28.05	27.74	11/10	9
0.09	28.00	28.06	28.04	27.84	28.00	28.08	11/12	10
0.06	27.95	28.03	27.94	27.92	27.87	27.99	11/13	11
0.07	27.84	27.84	27.92	27.91	27.82	27.72	11/14	12
0.02	27.86	27.83	27.84	27.88	27.88	27.85	11/15	13
0.04	27.79	27.75	27.81	27.84	27.81	27.73	11/16	14
0.18	27.78	27.98	28.01	27.64	27.58	27.69	11/17	15
0.16	28.03	28.28	27.85	27.95	28.16	27.90	11/19	16
0.07	27.83	27.76	27.92	27.83	27.75	27.88	11/20	17
0.10	27.83	27.80	28.00	27.87	27.71	27.75	11/21	18

σ	$\bar{X}$	X_5	X_4	X_3	X_2	X_1	التاريخ	ت
0.13	27.82	28.05	27.76	27.66	27.78	27.86	11/22	19
0.19	27.83	28.19	27.78	27.62	27.77	27.78	11/23	20
0.23	27.85	27.75	27.71	27.58	28.25	27.94	11/24	21
0.14	27.81	27.84	28.02	27.60	27.72	27.87	11/27	22
0.08	27.87	27.90	27.87	27.72	27.88	27.97	11/28	23
0.20	27.88	28.86	27.56	27.90	28.18	27.88	11/29	24
0.07	27.87	27.95	27.83	27.89	27.92	27.76	11/30	25

2. حساب قيمة الانحراف المعياري وكالآتي:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{(27.6-27.84)^2 + (27.84-27.84) + \ldots (27.6-27.84)}{5-1}} = 0.15$$

وبنفس الأسلوب للعينات المتبقية والبالغ عددها (25) عينة وكما هـي عليـه في الجدول (5.4).

3. تحديد قيمة المتوسط الانحراف المعياري للعينات وكالتالي:

$$\bar{\sigma} = \frac{\sum_{j=1}^{K} \sigma j}{K}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{0.07 \ldots\ldots + 0.12 + 0.15}{25} = 0.13$$ مم

4. حساب حدود الضبط للوحة المتوسط وكما يلي:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_1\bar{\sigma}$$

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_1\bar{\sigma}$$

حيث أن:

$\bar{\bar{x}}$ = متوسط المتوسطات للعينات المأخودة.

A_1 = ثابت وقيمته تعتمد على حجم العينة وكما في الجدول (4-2).

$\bar{\sigma}$ = متوسط الانحراف المعياري للعينات.

28.05 = 0.13 × 1.596 + 27.84 = UCL

27.84 = CL

.27.64= 0.13 × 1.596 − 27.84 = LCL

5. حساب حدود الضبط للوحة الانحراف المعياري وكالآتي:

$$UCL = B_4\bar{\sigma}$$

$$CL = \bar{\sigma}$$

$$LCL = \mathbf{B_3}\bar{\sigma}$$

حيث أن:

B_3æB_4 ثابتان تعتمد قيمتاهما على حجم العينة وطبقاً للجدول (2.4) السابق.

لهذا فإن:

0.27 = 0.13 × 2.089 = UCL

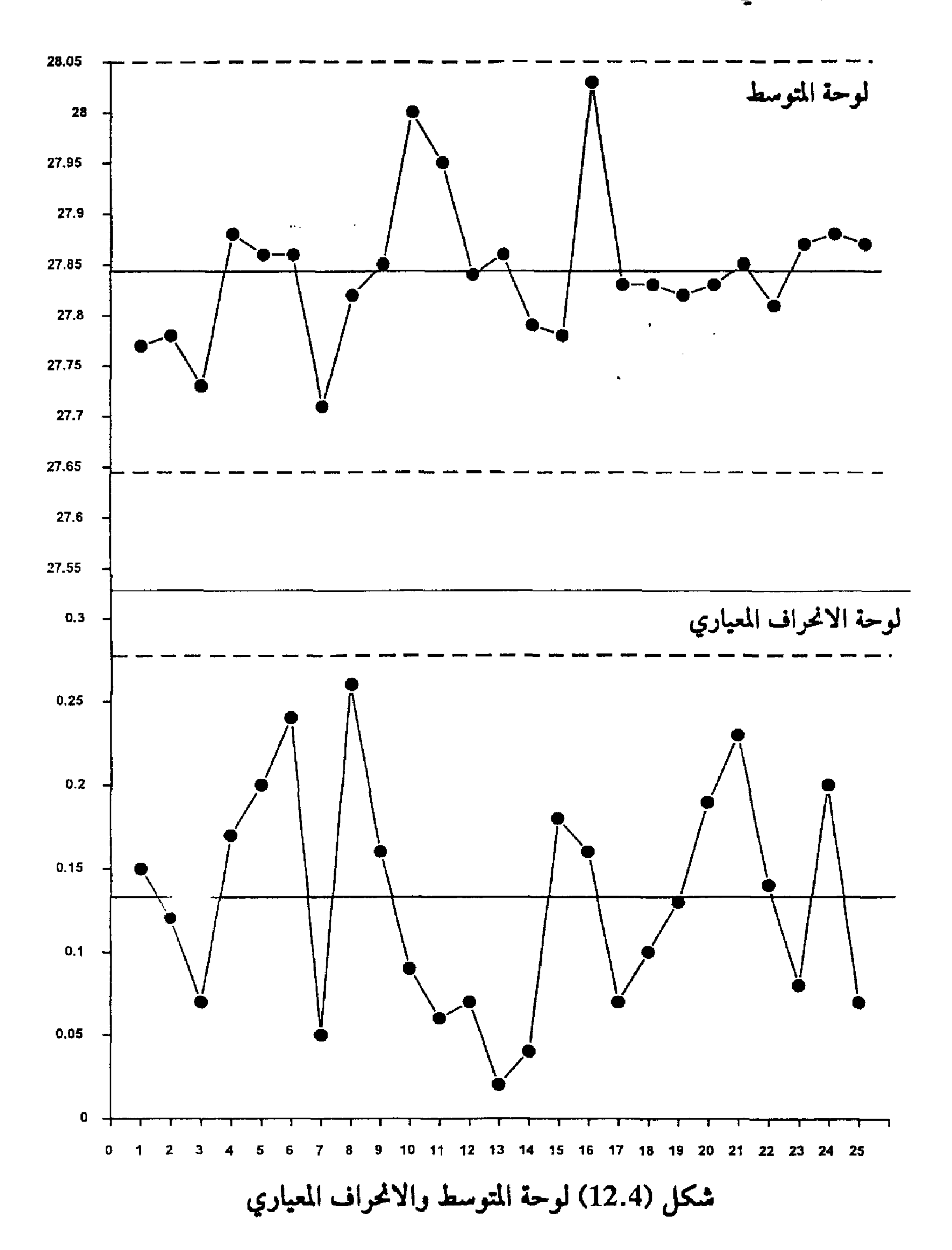
0.13 = CL

صفر = 0.13 × صفر = LCL

6. نرسم لوحة المتوسط والانحراف المعياري كما في الشكل (12.4).

من الشكل (12.4) يبدو أن جميع نقاط لوحتي المتوسط والانحراف المعياري واقعة داخل حدود الضبط وأنها متوزعة بشكل عشوائي حول خط المركز وهيئة

النقاط لاتشير إلى أية حالة غير طبيعية، الأمر الذي يدل على أن العملية الإنتاجية تحت الضبط الإحصائي.



شكل (12.4) لوحة المتوسط والانحراف المعياري

6.4 لوحة الوسيط Median Control Chart:

كما هو معروف، لدى العاملين في نشاط ضبط الجودة في المنشآت الصناعية، تصنف لوحات الوسيط ضمن مجموعة لوحات الضبط للمتغيرات وتستخدم بصورة خاصة عندما يكون التغيير في العملية الإنتاجية صغيراً نسبة إلى التفاوت لضمان التوصل لظروف تشغيلية أفضل من الناحية الاقتصادية. ولوحات الوسيط بأنواع متعددة ولكننا سوف نتناول لوحة الوسيط ذات حدود الضبط محورة، لأنها تمتاز عن بقية الأنواع الأخرى بحساب حدود الضبط لها على أساس التفاوت المحدد في الرسم التصميمي.

وتتكون هذه اللوحة كما في شكل (14.4) من لوحة واحدة أو ثلاث لوحات يمكن استخدامها لثلاثة قياسات، وفي الجانب الأيمن لكل منها أربعة حقول الأول لتسجيل القياس والثاني لبيانات المدى والثالث والرابع لحدي الضبط العلوي والأدنى وتسع كل لوحة لبيانات (16) عينة. وجدير بالذكر، يشترط أن يكون حجم العينة في هذا النوع من اللوحات (5) مفردات تؤخذ بشكل عشوائي من الدفعات الجزئية المطلوب اتخاذ القرار بصددها. ويعتمد تكرار أخذ العينات والفترة الزمنية بين عينة وأخرى على الاعتبارات الاقتصادية المتمثلة بأجراء مقارنة بين كلفة أخذ عينات بفترات زمنية متقاربة والخسارة الناجمة عن التغيرات غير الاعتيادية التي تكتشف في الفترة الزمنية بين عينتين.

علاوة على ماتقدم فإن استخدام هذا النوع من اللوحات مقرون أيضا بوجوب كون الإنتاج متوزعاً توزيعاً طبيعياً وبانتشار قدرة (3) انحرافات معيارية بالموجب والسالب، أي ($6\ \sigma$). وبنفس الوقت ينبغي أن يكون الانحراف مساوياً لحد التفاوت. وهذا يعني علمياً أن هذا التوزيع يمثل أكبر انتشار ممكن قبوله عندما يكون الانحراف المعياري مساوياً بالقيمة إلى $\frac{1}{6}$ التفاوت ويعني أيضا أن حدود الضبط لهذه

اللوحة مبنية على أساس التفاوت انطلاقاً من وسطه. والمعادلات الرياضية المستخدمة لرسم هذه اللوحة هي:

$$UCL = TM + \frac{1}{6}\tilde{A}T$$

$$LCL = TM - \frac{1}{6}\tilde{A}T$$

$$Rmax = \frac{1}{6} D_2T = 0.82T$$

حيث أن:

UCL = حد الضبط الأعلى.

TM = وسط التفاوت.

$\tilde{A}$ = ثابت تعتمد قيمته على حجم العينة ويساوي 1.615 للعينة بحجم (5) مفردات.

T = التفاوت.

LCL = حد الضبط الأدنى.

Rmax = أقصى مدى مسموح به.

D_2 = ثابت وتعتمد قيمته على حجم العينة ويساوي 4.926 للعينة بحجم (5) مفردات.

وجدير بالإشارة أن ضوابط رسم هذه اللوحة متمثلة بما يلي من نقاط:

1. تدوين المعلومات الثابتة في حقول الجزء العلوي من اللوحة مثل اسم الجزء ورقمه والتاريخ والعملية والقسم....الخ.

2. يثبت القياس والمدى وحدا الضبط العلوي والسفلي.

3. ترسم خطوط وسط التفاوت، وحداه، بخطوط متصلة، وخطا الضبط بخطوط متقطعة.

4. تؤخذ عينات عشوائية بفترات زمنية محددة يسجل لكل منها التاريخ والوقت وتقاس كل مفردة وتثبت قيمتها على اللوحة مباشرة وترسم دائرة حول الوسيط، أي القيمة التي تقع في الوسط ثم توصل قيم الوسيط بخطوط مستقيمة.

5. تعتبر العملية الإنتاجية خارج حدود الضبط في إحدى الحالات الآتية:

- إذا وقع وسيط العينة خارج حدود الضبط.
- إذا تجاوز مدى العينة القيمة القصوى المسموح بها.
- إذا وقعت أية نقطة خارج حدود التفاوت.

والمثال التالي يوضح ضوابط رسم اللوحة واستخداماتها.

مثال (3):

تم أخذ (16) عينة حجم كل منها (5) أقراص لقاعدة النضيدة الجافة بعد الحني للفترة من 1/ 11 ولغاية 12/ 11/ 1992 وتم قياس ارتفاعه الجانبي المحدد بـ- (3.300±2.مم) حسب المواصفة. وكانت نتائج قياسات مفردات كل عينة كما في الجدول (6.4).

جدول(6.4) قياسات عينات قرص القاعدة بعد الحني

ت	التاريخ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
1	11/1	3.45	3.42	3.40	3.35	3.30
2	11/2	3.45	3.45	3.42	3.35	3.33
3	11/3	3.47	3.44	3.43	3.37	3.35
4	11/5	3.25	3.27	3.37	3.40	3.42
5	11/6	3.20	3.25	3.35	3.45	3.45
6	11/7	3.25	3.30	3.35	3.35	3.45
7	11/8	3.48	3.40	3.35	3.30	3.30
8	11/9	3.40	3.40	3.35	3.30	3.20

ت	التاريخ	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
9	11/13	3.47	3.40	3.37	3.35	3.30
10	11/14	3.42	3.25	3.30	3.25	3.20
11	11/15	3.40	3.35	3.35	3.30	3.25
12	11/16	3.35	3.30	3.30	3.25	3.25
13	11/17	3.45	3.45	3.40	3.35	3.25
14	11/19	3.20	3.25	3.35	3.35	3.40
15	11/20	3.45	3.30	3.30	3.25	3.20
16	11/21	3.25	3.35	3.30	3.30	3.25

واتبعت الخطوات الحسابية الآتية لرسم اللوحة:

1. تحديد قيم المعلومات وكما يلي:

$3.30 = TM$

$1.615 = \widetilde{A}$

$0.40 = 0.20 + 0.20 = T$

لهذا فإن أقصى مدى مسموح به هو:

$0.328 = 0.4 \times 0.82 = Rmax$

2. حساب حدي الضبط والتفاوت وكمايلي:

$$3.407 = 0.40 \times \quad 1.615 \times \frac{1}{6} + 3.30 = UCL$$

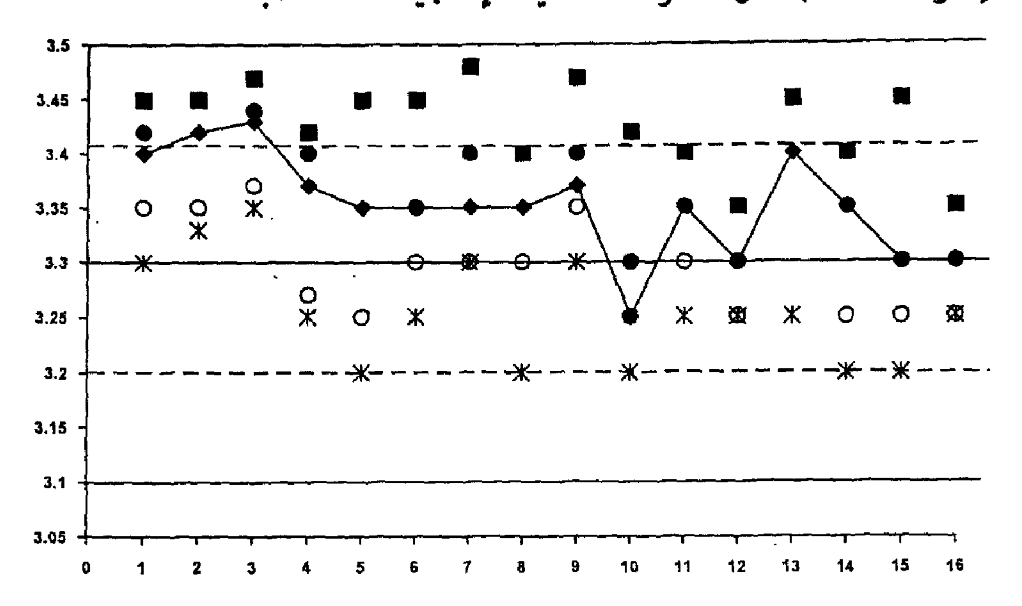
$$3.193 = 0.40 \times \quad 1.615 \times \frac{1}{6} - 3.30 = LCL$$

$$3.50 = \qquad 0.20 + 3.30 = UTL$$

$$3.10 = \qquad 0.20 - 3.30 = LTL$$

3. وبعد رسم النقاط على اللوحة وتأشير وسيط كل عينة شكل(4-13) تبين وقوع وسيط العينتين (3،2) خارج حد الضبط الأعلى، الأمر الذي استدعى الوقوف

على المسبب وبعد الدراسة ظهر أن السبب كامن في قالب الحني فاتخذت الإجراءات لمعالجته واستمرت العملية الإنتاجية تحت الضبط.



شكل (13.4) لوحة الوسيط

اسم الجزء	رقم الجزء	التغيرات	رقم الإصدار

[illegible]	تاريخ الإصدار	إعداد

[illegible]	[illegible]	الماكنة	القسم	[illegible]	[illegible]

[illegible]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
[illegible]																

UCL

LCL

شكل (14.4) لوحة الوسيط

أسئلة وتمارين الفصل الرابع

1. استخدمت لوحة المتوسط والمدى لضبط عملية صناعية بحيث تؤخذ عينة من خمس مفردات كل ساعتين. وبعد أخذ خمسين عينة وجد أن مجموع قيم المتوسطات $\sum \bar{x} = 7660$ ومجموع المديات $\sum R = 880$

والمطلوب:

أ. حساب خط المراكز وحدود الضبط للوحتي المتوسط والمدى.

ب. حساب قيمة الانحراف المعياري للعملية الإنتاجية.

2. حصلت البيانات التالية بعد 10 أيام من المباشرة بلوحة المتوسط والمدى لخاصية معينة فيها نسبة عالية من إعادة العمل وكان حجم العينة 5 مفردات وبمعدل عينتين في اليوم:

R	$\bar{x}$	رقم العينة	R	$\bar{x}$	رقم العينة
25	489	11	32	476	1
24	464	12	28	466	2
24	484	13	32	484	3
22	482	14	26	466	4
23	506	15	24	470	5
23	496	16	24	494	6
23	506	17	28	486	7
27	469	18	23	488	8
22	474	19	23	496	9
22	463	20	26	482	10

أ. احسب خط المراكز وحدود الضبط التجريبية للوحتي المتوسط والمدى.

ب. هل العملية تحت الضبط أم لا؟

جـ. في حالة الحاجة إلى إعادة حساب حدود الضبط وخط المركز لإحدى اللوحتين فما هي الحدود الجديدة وخط المركز؟

3. استعملت لوحة الوسيط ذات الحدود المحورة في المراقبة المستمرة لوزن الجزء المسمي مشبك الرصاص الذي يدخل في صناعة نضائد السيارات والذي وزنه التصميمي 160±6 غم وذلك للفترة من 1-19/ 12/ 1993 حيث أخذت كل يوم عينة من خمس مشبكات ثم وزنت وكانت النتائج كما يلي:

رقم العينة	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	163	162	165	166	160
2	164	161	163	154	167
3	161	159	158	160	156
4	163	159	160	161	162
5	165	164	166	167	162
6	160	161	159	162	158
7	158	159	157	160	156
8	156	155	157	154	158
9	162	161	159	160	163
10	165	161	158	163	154
11	159	160	161	158	156
12	157	162	161	158	159
13	159	161	160	163	162
14	164	163	165	166	162
15	159	160	162	161	158
16	157	161	160	158	159

والمطلوب رسم لوحة الوسيط ذات الحدود المحورة بموجب الجدول وبيان العينات التي تقع خارج حدود الضبط.

4. استخدمت لوحة المتوسط والمدى $\bar{x}$ - R لمراقبة عملية إنتاجية وذلك بأخذ عينات يتألف كل منها من 5 مفردات كل ساعتين. وكانت المواصفة للخاصية المعينة هي 2119±10. حيث يتم إعادة عمل للأجزاء التي يزيد بعدها عن الحد الأعلى للمواصفة وتتلف الأجزاء التي يقل بعدها عن الحد الأدنى للمواصفة. وبعد أخذ 50 عينة كان مجموع قيم المتوسطات للعينات $\sum \bar{x} = 106200$ ومجموع قيم المديات للعينات $\sum R = 581.5$.

والمطلوب:

أ. حساب حدود الضبط في لوحتي المتوسط والمدى.

ب. إذا فرض أن العملية تتبع التوزيع الطبيعي. احسب قيمة الانحراف المعياري σ واحسب نسبة الأجزاء التي يعاد عملها والأجزاء التي تتلف.

5. وزن عبوة معينة بموجب المواصفات يساوي 150±10 غم، وتتم مراقبة ذلك عن طريق لوحة متوسط ومدى ذات حجم عينة يساوي 5. وبعد 25 عينة كان مجموع المتوسطات $\sum \bar{x} = 3830$ ومجموع المديات $\sum R = 440$.

أ. حساب خط المركز وحدود الضبط للوحتي المتوسط والمدى.

ب. إذا فرض أن العملية هي تحت الضبط وأنها تتبع التوزيع الطبيعي. فما هي نسبة الإنتاج المخالف للمواصفات؟

6. جمعت البيانات التالية بعد فترة 10 أيام من المباشرة بلوحة ضبط المتوسط والمدى لإحدى خواص منتوج لها نسبة إعادة عمل عالية. حجم عينة يساوي 5 منتوجات وبمعدل عينتين في اليوم.

رقم العينة	$\bar{x}$	R	رقم العينة	$\bar{x}$	R
1	177.6	23	11	179.8	9
2	176.6	8	12	176.4	8
3	178.4	22	13	178.4	7
4	176.6	12	14	178.2	4
5	177.0	7	15	180.6	6
6	179.4	8	16	179.6	6
7	178.6	15	17	177.8	10
8	179.6	6	18	178.4	9
9	178.8	7	19	181.6	7
10	178.2	12	20	177.6	10

أ. احسب حدود الضبط التجريبية للوحتي المتوسط والمدى.

ب. ما هو استنتاجك بعد رسم اللوحة هل هي تحت الضبط أم لا؟

جـ. إن مواصفات الخاصية المعينة هي 171±11 وأن الأجزاء التي يقل قياسها عن 160 تتلف بينما يعاد عمل الأجزاء التي يزيد قياسها عن 182 ماهو متوسط البعد الذي تكون له أقل نسبة تلف؟

د. ما هي حدود الضبط الجديدة المفترضة للفترة القادمة؟

7. شركة تصنع مادة كيماوية غالية الثمن وكان الوزن الصافي للعبوة بموجب المواصفات لايقل عن 25 كغم. وبعد أخذ 20 عينة تتألف كل منها من 5 مفردات ووزنها ظهر بأن:

- الوسط الحسابي لمتوسط الوزن $\bar{\bar{x}}$=25 كغم.
- الوسط الحسابي للمديات $\bar{R}$ = 1.4 كغم

وعند رسم لوحة الضبط وقعت جميع النقاط داخل حدود الضبط في كل من لوحتي المتوسط والمدى:

أ. ماذا يُستنتج عن قابلية العملية على الايفاء بمتطلبات المواصفة؟

ب. ماهو الإجراء، إن وجد، الذي يقترح تطبيقه على عملية التعبئة وإن لم يطبق الإجراء فهل هناك جوانب سلبية تنتج عن عدم التطبيق؟

8. يراد المباشرة بلوحة ضبط الجودة للمتوسط والانحراف المعياري $\bar{x}$ - σ لخاصية صلابة برنيل لصلب العدة بعد التقسية. ويبين الجدول التالي البيانات التي تم الحصول عليها مبنية على حجم عينة يساوي 8 مفردات.

والمطلوب حساب حدود الضبط التجريبية للوحتي المتوسط $\bar{x}$ والانحراف المعياري σ. وإذا فرض أن النقاط التي وقعت خارج حدود الضبط كانت لأسباب معروفة، ما هي حدود الضبط الجديدة؟.

رقم العينة	$\bar{x}$	σ	رقم العينة	$\bar{x}$	σ
1	540	26	14	551	24
2	534	23	15	552	29
3	545	24	16	579	26
4	561	27	17	549	28
5	576	25	18	508	23
6	523	50	19	569	22
7	547	29	20	574	28
8	547	27	21	563	33
9	584	23	22	561	23
10	552	24	23	548	25
11	541	28	24	556	27
12	545	25	25	553	23
13	546	26			

9. استخدمت لوحة المتوسط والانحراف المعياري $\bar{x}$ - σ لمراقبة قيمة مقاومة كهربائية مقاسة بالأوم، وكان حجم العينة 6 مفردات. وبعد 25 عينة وجد أن مجموع قيم المتوسطات الحسابية $\Sigma x=$ 2064.5 ومجموع قيم الانحرافات المعيارية $\Sigma\sigma=$ 17.4. المطلوب حساب حدود الضبط لهذه اللوحة.

10. استخدمت لوحة المتوسط والمدى لمراقبة عملية إنتاجية وبعد 20 عينة حجم كل منها خمس مفردات وجد أن قيمة $\bar{\bar{x}}=33.6$ و $\bar{R}=6.2$ وعند أخذ عينة من خمس مفردات وقياسها كانت نتائج القياس 63، 43، 37، 34، 38 ففي وقت أخذ العينة:

أ . كان كل من الوسط الحسابي والمدى داخل حدود الضبط.

ب. لم يكن أي من الوسط الحسابي أو المدى داخل حدود الضبط.

جـ. المدى فقط كان داخل حدود الضبط.

د. المعلومات غير كافية لحساب حدود لوحة المتوسط والمدى.

11. عند إجراء دراسة أولية عن عملية صناعية غرضها تنظيم وتطبيق لوحات ضبط الجودة تطلب المعلومات التالية عن الخواص المميزة للعملية:

أ . مقدرة العملية.
ب. أداء العملية.
ج. معولية العملية.
د. درجة ومطابقة العملية.
هـ. تفاوت العملية.

12. بعد الإجازة السنوية وعند استعراض لوحات ضبط الجودة لفترة الإجازة مع مدير إدارة ضبط الجودة لفت نظر المدير أن إحدى لوحات المتوسط فيها النقاط الخمسون الأخيرة قريبة جداً من خط المركز وتبدو حقيقة كأنها تقع على بعد $\pm\sigma$ من خط المركز فما هو تعليل ذلك:

أ. هناك خطأ في حساب حدود الضبط في الأصل.

ب. انخفض الانحراف المعياري خلال فترة أخذ القراءات الخمسين ولم يفكر أحد بإعادة حساب حدود الضبط.

جـ. هذه الحالة غير مقبولة يجب دراستها فوراً ومعرفة سبب ذلك ويؤمل أنه لم يحصل المزيد من الإنتاج التالف.

د. هذا جيد فكلما وقعت النقاط قريباً من خط المركز كان الضبط أحسن.

الفصل الخامس

لوحات ضبط الجودة للمميزات
Attributes Control Charts

الفصل الخامس

لوحات ضبط الجودة للمميزات

Attributes Control Charts

5-1 لوحة نسبة المعيبات للعينة المتغيرة.

5-2 لوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة.

5-3 لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة.

5-4 لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة.

1.5 الوحة نسبة المعيبات للعينة المتغيرة Percentage Defectives Control Chart – Variable Sample size (P-Chart)

تستخدم هذه اللوحات للخواص المميزية التي يصنف بموجبها الإنتاج إلى معيب أو غير معيب طبقاً لخاصية واحدة أو أكثر وشريطة أن يكون حجم الدفعات الفرعية (العينة) متغيراً، كما تستخدم أيضاً لتفتيش الإنتاج الذي تتحكم بخواصه النوعية الماكنة أو المشغل (العامل). والخطوات الأساسية لرسم هذه اللوحات هي:

1. تجميع أكبر كمية ممكنة من البيانات على ألاّ تقل عن (20) عينة حجم كل منها (50) مفردة على الأقل. وجدير بالتنويه أن حجم العينة هي الدفعة الكاملة إذا خضعت، ولأي سبب كان، جميع مفرداتها للتفتيش.
2. يعتمد الوقت بين أخذ عينة وأخرى- أي تكرار أخذ العينات- على الاعتبارات الاقتصادية، لهذا ينبغي إجراء عملية موازنة بين كلفة استخدام اللوحة وبين الخسارة التي قد تنتج عن التغيرات غير الإعتيادية التي يصعب اكتشافها في مرحلة مبكرة.
3. أخذ مفردات كل عينة بصورة عشوائية بغية ضمان إحكام متطلبات اتخاذ القرار الفاعل.
4. حساب النسبةالمئوية للمعيب لكل مجموعة فرعية أو عينة وفقاً للمعادلة الآتية بعد ضرب ناتجها في (100) لتحويلها إلى نسبة:

$$P = \frac{np}{n}$$

حيث أن:

P = النسبة المئوية للمعيب في العينة.

n = عدد مفردات العينة.

5. تحديد الوسط الحسابي لنسبة المعيب ($\bar{p}$) وطبقاً للمعادلة التالية:

$$\bar{P} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

6. حساب خط المركز وحدود الضبط للوحة وبموجب المعادلات الآتية:

$$UCL = \bar{P}+3\sqrt{\frac{\bar{p}\left(1-\bar{p}\right)}{n}}$$

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{P}-3\sqrt{\frac{\bar{p}\left(1-p\right)}{n}}$$

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد حدي الضبط في هذه اللوحة أن قيمة الحدين يتغيران باستمرار بتغيير حجم العينة (n). والمثال التالي يوضح استخدامات هذه اللوحة.

مثال (1):

منشأة تنتج أجزاء بلاستيكية ويتم فيها فحص الإنتاج بنسبة 100٪ بعد أن يتجمع بشكل دفعات. ثم أخذ (25) دفعة فرعية لتمثل عينات بحجوم مختلفة وكانت نتائج تفتيشها كما في الجدول (5-1).

عدد المعيب في العينة	حجم العينة	التاريخ	التسلسل
15	115	92/5/11	1
18	220	5/12	2
23	210	5/13	3
22	220	5/14	4
18	220	5/15	5
15	115	5/16	6
44	440	5/17	7
47	365	5/18	8
13	255	5/19	9
33	300	5/20	10
42	280	5/21	11
46	330	5/22	12
29	320	5/23	13
29	225	92/5/24	14
26	290	2/25	15
17	170	2/26	16
5	65	5/27	17
7	100	5/28	18
14	136	5/29	19
36	280	5/30	20
25	250	6/1	21
24	220	6/2	22
20	220	6/3	23
15	220	6/4	24
18	220	6/5	25
610	5925	المجموع	

واتبعت الخطوات الآتية لرسم اللوحة:

1. تحويل عدد المعيبات في كل عينة إلى نسبة مئوية وفقاً لحجمها وكما يلي:

العينة الأولى $= \frac{15}{115} \times 100 = 13$

وهكذا لبقية العينات وكما هي عليه في الجدول (5 - 2).

2. حساب متوسط نسبة المعيب للعينات كافة وكالآتي:

$$\bar{P} = \frac{610}{5925} = 0.103$$

وتمثل هذه النسبة خط المراكز (CL).

3. حساب حدي الضبط لكل عينة وكالآتي:

$$UCL = 0.103 + 3\sqrt{\frac{0.103(1-0.103)}{115}}$$
$$= 0.1878 \times 100 = 18.78 = 18.8$$

$$LCL = 0.103 - 3\sqrt{\frac{0.103(1-0.103)}{115}}$$

$$= 0.0181 \times 100 = 1.8$$

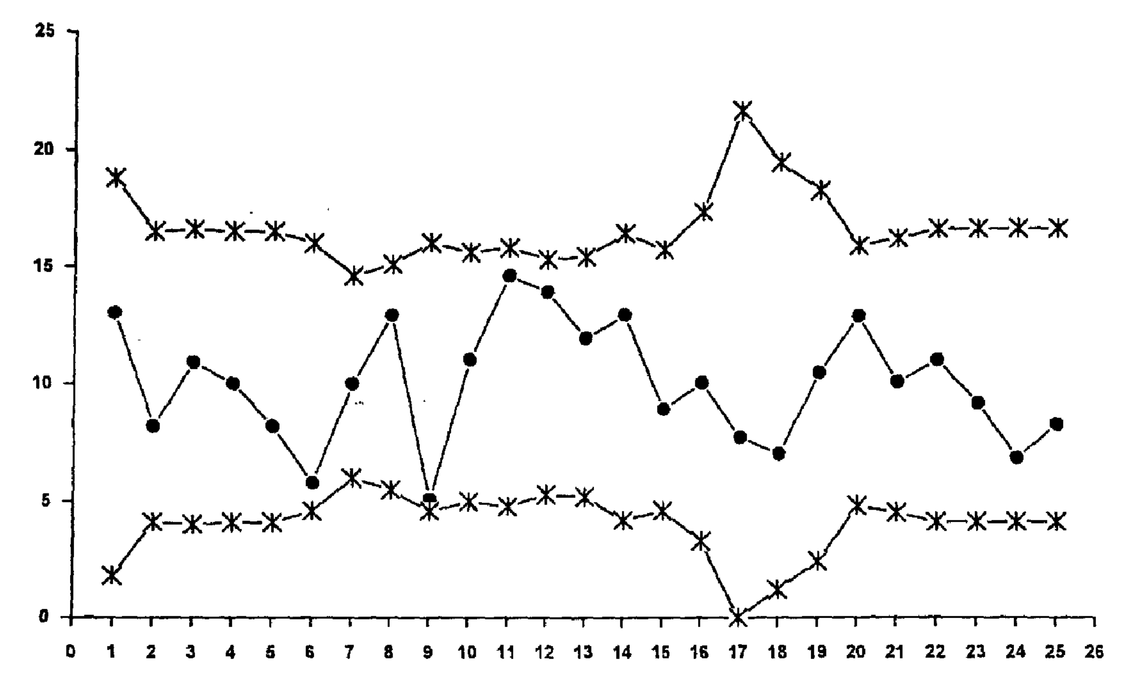
وهكذا لبقية العينات وكما هي عليه في الجدول (2.5).

جدول (2.5) نسبة المعيب وحدي الضبط

LCL	UCL	المعيب٪	ت	LCL	UCL	المعيب٪	ت
4.2	16.4	12.9	14	1.8	18.8	13	1
4.6	15.7	8.9	15	4.1	16.5	8.2	2
3.3	17.3	10.0	16	4.0	16.6	10.9	3
0	21.6	7.7	17	4.1	16.5	10.0	4
1.2	19.4	7.0	18	4.1	16.5	8.2	5
2.4	18.2	10.4	19	4.6	16.0	5.8	6
4.5	15.8	12.8	20	6.0	14.6	10.0	7
4.5	16.1	10.0	21	5.5	15.1	12.9	8
4.1	16.5	10.9	22	4.6	16.0	5.1	9
4.1	16.5	9.1	23	5.0	15.6	11.0	10
4.1	16.5	6.8	24	4.8	15.8	14.6	11
4.1	16.5	8.2	25	5.3	15.3	13.9	12
				5.2	15.4	11.9	13

4. تسجل البيانات كافة في الجزء الأسفل من اللوحة شكل (2.5) ويتم اختيار التدريج المناسب من (1) إلى (20) لحدود الضبط ثم تثبت النسب بالتتابع من العينة (1) وإلى العينة (25).

5. من الشكل (1.5) يبدو أن جميع النقاط داخل حدود الضبط المحسوبة وأنها متوزعة بشكل عشوائي حول خط المركز إضافة إلى أن هيئة النقاط لاتشير إلى أي حالة غير طبيعية لذلك، تعتبر العملية الإنتاجية تحت الضبط الإحصائي.



شكل (1.5) لوحة نسبة المعيبات ذات العينة المتغيرة

رقم الإصدار	التغيرات	رقم الجزء		اسم الجزء	
بتاريخ	تاريخ الإصدار	المواصفة		مطلوب لأجل	
الفاحص	العامل	القسم	الماكينة	العملية	رقم أمر العمل
UCL =	LCL =	n=			

23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	سنتر
												n
												np
												p

22	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	سنتر
											n
											np
											p

نموذج (3.5) لوحة نسبة المعيبات

2.5 لوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة Number of Defectives Control Chart – Constant sample size (np - Chart)

إن الفرق بين لوحة نسبة المعيبات ذات العينة المتغيرة ولوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة كامن في حجم العينة حيث أنه ثابت في اللوحة الأخيرة ومتغير في اللوحة الأولى، ولكن لوحة عدد المعيبات تتميز بإمكانيتها على تحديد المعيبات في العينات بشكل مباشر في الوقت الذي ليس باستطاعة لوحة نسبة المعيبات من تحقيق ذلك بشكل مباشر وإنما من خلال نسب المعيب في العينات.

وجدير بالذكر بهذا الصدد التمييز بين مصطلح المعيب (Defective) والعيب (Defect)، حيث يقصد بالأول منتوج فيه عيب واحد أو أكثر بينما يقصد بالثاني عدم تطابق الخاصية للمنتوج مع المواصفات. أما خط المركز وحدود الضبط لهذه اللوحة فتحسب طبقاً للمعادلات الآتية:

$$\overline{P} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$$CL = n\overline{p}$$

$$UCL = n\overline{p} + 3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}$$

$$LCL = n\overline{p} - 3\sqrt{n\overline{p}(1-\overline{p})}$$

حيث أن:

$\overline{p}$ = متوسط نسبة المعيبات.

n = حجم العينة.

CL = خط المركز.

UCL = حد الضبط الأعلى.

LCL = حد الضبط الأدنى.

ومما يتوجب الإشارة إليه أن الخطوات الأساسية لرسم هذه اللوحة مماثلة للخطوات المشار إليها في الفقرة (1.5) الخاصة بلوحة نسبة المعيبات ذات العينة المتغيرة. والمثال التالي يوضح أسلوب رسم لوحة عدد المعيبات.

مثال (2):

يبين الجدول (3.5) معيبات عملية طلاء كهربائي لجزء من أجزاء سيارة وعلى أساس حجم عينة ثابت مقدار (100) مفردة.

جدول (3.5) عيوب الطلاء لجزء من أجزاء السيارة

ت	حجم العينة	عدد المعيبات	ت	حجم العينة	عدد المعيبات
1	100	1	16	100	5
2	=	6	17	=	4
3	=	5	18	=	1
4	=	5	19	=	6
5	=	4	20	=	15
6	=	3	21	=	12
7	=	2	22	=	6
8	=	2	23	=	3
9	=	4	24	=	4
10	=	6	25	=	3
11	=	2	26	=	3
12	=	1	27	=	2
13	=	3	28	=	5
14	=	1	29	=	7
15	=	4	30	=	4
المجموع				$\sum n = 3000$	$\sum c = 129$

واتبعت الخطوات الحسابية الآتية لرسم اللوحة:

1. حساب متوسط نسبة المعيبات وكما يلي:

$$\bar{P} = \frac{129}{3000} = 0.043$$

2. تحديد قيمة خط المركز وكالتالي:

$$CL = 0.043 \times 100 = 4.3$$

3. حساب حدي الضبط العلوي والسفلي وكالآتي:

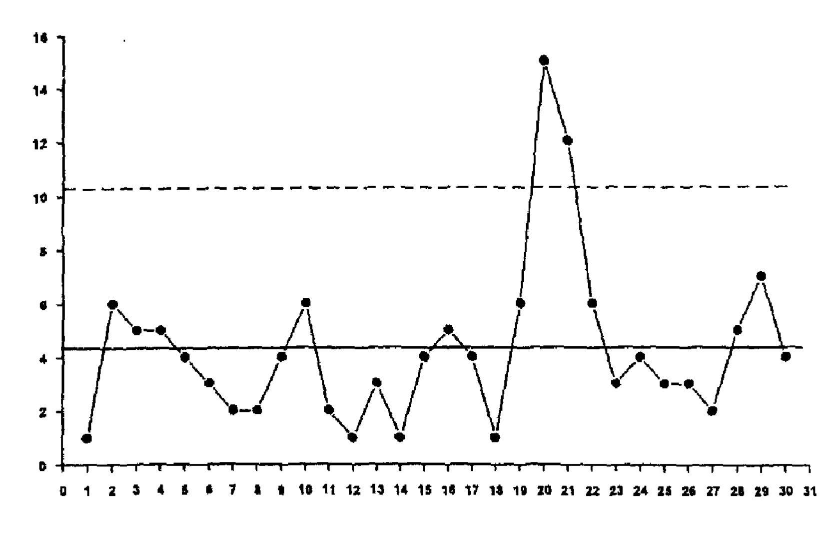
$$UCL = 4.3 \mp 3\sqrt{4.3(1-0.043)}$$

$$= 6.09 + 4.3 = 10.309$$

$LCL = 4.3 - 6.09$ (يهمل ويعتبر صفراً لأن الناتج سالب)

4. نرسم اللوحة وكما هي عليه في الشكل (5 -3).

5. من الشكل(5-3) يظهر أن عدد المعيبات للعينتين رقم (20) و (21) يقع خارج الحد الأعلى للضبط. وهذا يدل على عدم انتظام العملية الإنتاجية، الأمر الذي استدعى الوقوف على المسببات وبعد الدراسة ظهر بأن السبب كامن بتغيير درجة حرارة حوض الطلاء وتركيز المحاليل فتم مواجهة ذلك وعادة العملية ضمن حدود الضبط وحالة العينات من رقم (21) ولغاية (30) خير دليل على ذلك.



شكل (3.5) لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة

3.5 لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة Number of Defects Control Chart – Constant Sample Size(C - Chart)

إن اللوحة هي نوع من أنواع لوحات الخواص المميزية التي يتم بواسطتها مراقبة عدد العيوب في المنتوج (C) حيث يصنف الإنتاج إلى معيب عند إحتوائه على عيب واحد أو أكثر وعلى الرغم من أن استعمالات هذه اللوحة ليس بمستوى استعمالات لوحة المتوسط والمدى أو لوحة نسبة المعيب في حقل التصنيع، إلا أنها تستعمل في مجالات متعددة يمكن إيجاز أهمها بمراقبة مايلى:

- العيوب فى صناعة الورق وعلى أساس وحدة الإنتاج المتمثلة بالبكرة.
- بقع الصدأ على صفائح فولاذية لوحدة مساحة محددة.
- عيوب الطباعة على أساس الصفحة المطبوعة الواحدة.
- الفجوات الهوائية فى صناعة ألواح الزجاج والأوانى الزجاجية.
- عيوب اللصق لكل 100 ã^2 من الألواح المضلعة.
- آثار القالب على المنتجات المصنوعة من الألياف الزجاجية.

ومن الجدير بالإشارة بصدد هذه اللوحة أيضًا إمكانية رسمها لمراقبة خاصية واحدة أو مجموعة من الخواص النوعية، لماكنة واحدة أو مجموعة من المكائن وأحيانًا للمنتوج الجاهز بأكمله. علاوة على ذلك تساعد هذه اللوحة على:

- الوقوف، بالسرعة المطلوبة، على التغيرات النوعية الحاصلة لخاصية محددة أو مفردة معينة.
- إمكانية أخذ عينات دورية من الإنتاج عندما يسمح بقبول نوع من العيوب أو عدد محدد منه في وحدة القياس المتفق عليها فى الإنتاج النهائى.
- ممارسة التفتيش بنسبة 100٪ عندما يكون الهدف الرئيسى تخفيض كلف التلف أو كلفة إعادة العمل

- تزويد المعلومات الخاصة بمستوى الجودة الجارى، فضلاً عن المعلومات التى تحكـم على وجود حالة الضبط فى العمليات الإنتاجية من عدمها.

إن متطلبات رسم هذه اللوحة لا تختلف عـن الإجـراءات التـى اتبعـت لرسـم لوحة نسبة المعيبات حيث تحسب حدود الضبط فيها على أساس (3) انحرافات معيارية من خط المركز لضمان وقوع 99.73٪ من قيم المجموعات الفرعيـة (العينـات) داخـل حدود الضبط التجريبية. والمثال التالى يوضح ذلك.

مثال (3):

الجدول (4.5) يبين عدد العيوب فى المظهر الخارجى فى (25) حافلة تم فحصها من قبل مفتش ذي خبرة وبشكل عشوائى لتمثل الحـد الأدنـى مـن العينـات اللازمـة لحساب حدود الضبط التجريبية.

جدول (4.5) عدد العيوب في المظهر الخارجي للحافلات

العينات	عدد العيوب	العينات	عدد العيوب
1	7	14	3
2	6	15	2
3	6	16	7
4	3	17	5
5	22	18	7
6	8	19	2
7	6	20	8
8	1	21	0
9	0	22	4
10	5	23	14
11	14	24	4
12	3	25	3
13	1	المجموع	141

واتبعت الخطوات الحسابية الآتية لرسم اللوحة:

1. تحديد متوسط عدد العيوب ($\bar{C}$) وبموجب المعادلة الآتية:

$$\bar{C} = \frac{\sum C}{N}$$

حيث أن:

$\sum C$ = مجموع العيوب المكتشفة

N = عدد المنتجات التى تم تفتيشها

$\bar{C} = \frac{141}{25} = 5.64$ عيب

وتمثل هذه القيمة (5.64) خط المركز

2. حساب حدى الضبط وطبقًا للمعادلات التالية:

$$UCL = \bar{C} + 3\sqrt{\bar{C}}$$

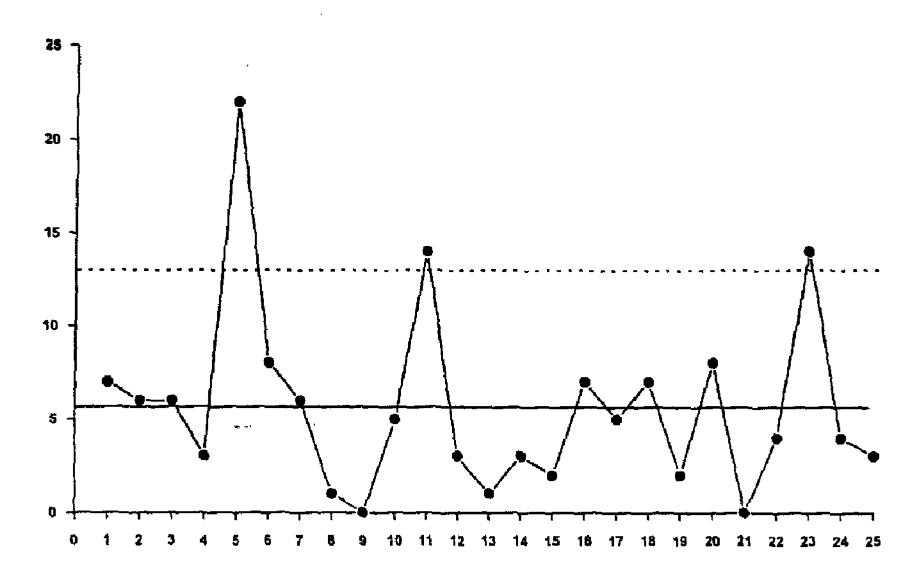
$$LCL = \bar{C} - 3\sqrt{\bar{C}}$$

$$UCL = 5.64 + 3\sqrt{5.64} = 12.76 = 13$$

وذلك لعدم جواز اعتماد أجزاء المنتوج كوحدة واحدة متكاملة.

وتعتبر صفراً لأن القيمة السالبة $LCL = 5.64 - 3\sqrt{5.64} = -1.48$

3. نرسم اللوحة وكما هى عليه فى الشكل (54).



شكل (4.5) لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة

4. من الشكل (4.5) يظهر أن ثلاث نقاط أى 5،11،23 واقعة خارج الحد الأعلى للضبط وهذا يشير إلى عدم انتظام العملية الإنتاجية، الأمر الذى استدعى الوقوف على المسببات وبعد دراستها تبين أن سبب خروج العينتين 5،23 هو سبب مرجعى (Assignable Cause) لهذا يتوجب استبعادهما، أما سبب خروج العينة رقم (11) فأنه صدفى لذا فانه لا يستبعد وعليه يتوجب اعادة احتساب ($\bar{C}$) وكنتيجة لذلك حدى الضبط وبالاستعانة بالمعادلة الآتية:

$$\bar{C}=\frac{\sum C-Cd}{m-md}$$

حيث أن:

Cd = عدد العيوب للعينات التى تم استبعادها

md = عدد العينات المستبعدة

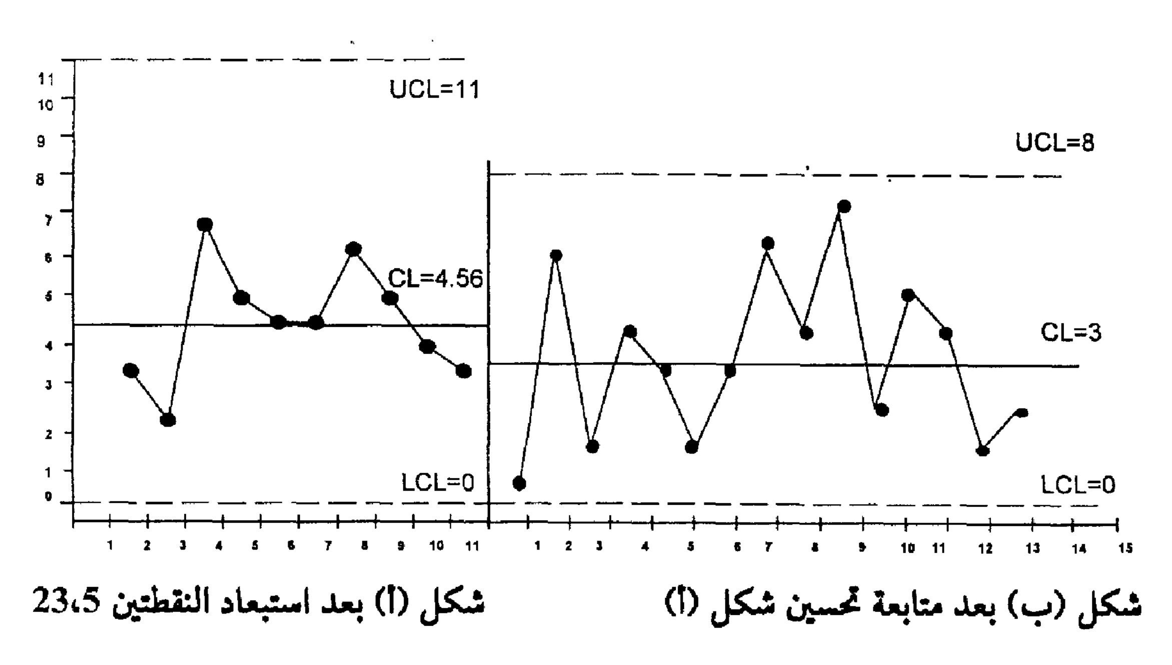
$$4.56=\frac{(14+22)-141}{2-25}=\bar{C}$$

إن قيمة ($\bar{C}$) الجديدة تمثل متوسط المجتمع

$$UCL = 4.56 + 3\sqrt{4.56} = 10.97 = 11$$

$$LCL = 4.56 - 3\sqrt{4.56} = -1.85 = 0$$

والشكل (5.5) يمثل اللوحة الجديدة.



شكل (أ) بعد استبعاد النقطتين 23،5 | شكل (ب) بعد متابعة تحسين شكل (أ)

شكل (5.5) لوحة عدد العيوب بعد إعادة حساب حدود الضبط

ويتوجب التنويه إلى أن الواقع العملي إشارة إلى أن قيمة ($\bar{C}$) أخذ بالتحسين بعد الاستمرار بإستخدام وتحليل معطيات اللوحة (4.5) الجديدة وإعادة تجديدها وبعد (8) أسابيع من المتابعة وإعادة التجديد وصلت ($\bar{C}$) إلى القيمة (3) والحد الأعلى للضبط إلى قيمة (8) ولم تخرج أية نقطة خارج الحد الأعلى للضبط وكما هى عليه فى الشكل (5.5 ب).

4.5 لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة Number of Defects Control Chart – Variable Sample Size(U-Chart)

إن لوحة عدد العيوب أظهرت عدد العيوب فى عينة حجمها وحدة واحدة ولخواص متعددة وعلى أساس توزيع بواسون، وعندما تستخدم عينة بحجم أكبر بغية التوصل لنتائج أدق يستعان بلوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة ومتطلبات رسم هذه اللوحة هى نفس الإجراءات التى اتبعت لرسم لوحتى (P) و(C) والمثال التالى يوضح ذلك.

مثال (4):

تم تفتيش عينة متكونة من(45) جرساً كهربائياً يوميًا ولمدة (25) يوماً أخذت بصورة عشوائية من محطة التفتيش النهائى فى منشأة تصنع أجهزة كهربائية وكانت نتائج التفتيش وكما هى عليه فى الجدول (5.5).

جدول (5 - 5) عدد العيوب المكتشفة في العينات

ت	حجم العينة(n)	عدد العيوب c	عددالعيوب المكتشفة u	ت	حجم العينة (n)	عدد العيوب c	عددالعيوب المكتشفة u
1	45	36	0.8	14	45	52	1.16
2	45	48	1.07	15	45	42	0.93
3	45	45	1.00	16	45	47	1.04
4	45	68	1.51	17	45	64	1.42
5	45	77	1.70	18	45	61	1.36
6	45	56	1.64	19	45	66	1.47
7	45	58	1.29	20	45	47	0.82
8	45	67	1.49	21	45	59	1.31
9	45	38	0.84	22	45	38	0.84
10	45	74	1.64	23	45	41	0.91
11	45	69	1.53	24	45	68	1.51
12	45	54	1.20	25	45	78	1.73
13	45	56	1.24	المجموع	1125	1399	

واتبعت الخطوات الحسابية التالية لرسم اللوحة:

1. حساب عدد العيوب المكتشفة في كل عينة وبموجب المعادلة الآتية:

$$U = \frac{c}{n}$$

فالنسبة للعينة الأولى:

$$U \quad 0.8 = \frac{36}{45} =$$

وهكذا لبقية العينات وكما هي مبينة في الجدول (5 - 5).

2. تحديد متوسط عدد العيوب للعينات ككل وطبقاً للمعادلة التالية:

$$\overline{U} = \frac{\sum C}{\sum n}$$

$$1.24 = \frac{1399}{1125} = \overline{U}$$

3. حساب حدي الضبط التجريبيين ووفقاً للمعادلتين التاليتين:

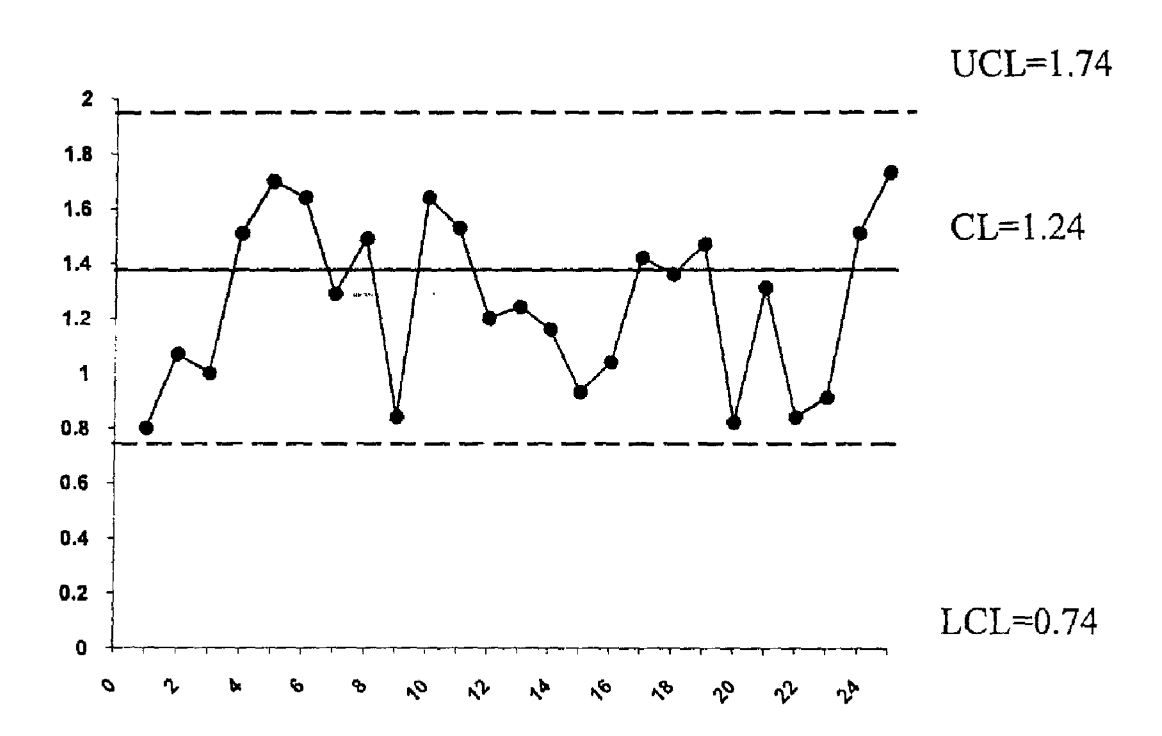
$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$UCL = 1.24 + 3\sqrt{\frac{1.24}{45}} = 1.74$$

$$LCL = 1.24 - 3\sqrt{\frac{1.24}{45}} = 0.74$$

4. نرسم اللوحة وكما هي عليه في الشكل (6.5).



شكل (6.5) للوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة

5. من الشكل (5-6) يبدو عدم وقوع أية نقطة خارج حدود الضبط، لذلك فإن (CL) المحسوب أي 1.24 تعبر بدقة عن متوسط المجتمع ولهذا لن يكون هنالك أي فرق بين حدود الضبط التجريبية والدائمية.

ومن المفيد والمناسب بعد التعرف على أنواع لوحات ضبط الجودة للمتغيرات والمميزات واستخدامات كل نوع من أنواعها وضوابط تطبيقها في الواقع العملي، إيجاز الخطوات الأساسية لكيفية استخدام كافة أنواع اللوحات لضبط العمليات الإنتاجية وبالنقاط التالية:

1. عند ظهور مشاكل جودة على مستوى أي وحدة إنتاجية يتوجب دراسة المشاكل وتحليلها بغية:

- تحليل المنتوج أو المنتجات التي يتعين ضبط جودتها.

- تحديد سبل التعامل مع المشاكل وطرق مواجهتها.

2. بعد تحديد المنتوج أو المنتجات في ضوء خصائصها وطبيعتها ينبغي اتخاذ القرار بنوع لوحة الضبط الواجبة الإعتماد من بين اللوحات الآتية:

- لوحة المتوسط والمدى $\bar{x}$ - R Chart
- لوحة المتوسط والانحراف المعياري. $\bar{x}$ - σ Chart
- لوحة الوسيط $\tilde{x}$. $\tilde{x}$ -Chart
- لوحة نسبة المعيبات. P- Chart
- لوحة عدد المعيبات للعينة الثابتة. np - Chart
- لوحة عدد العيوب للعينة الثابتة. C-Chart
- لوحة عدد العيوب للعينة المتغيرة. U-Chart

3. وبديهي بعد تحليل اللوحة المتناسبة مع طبيعة المشاكل والمنتوج وخصائصه تتضح نوع البيانات الضرورية لرسمها. وبهذا الصدد يتم اختيار أحد البديلين التاليين:

- تجميع بيانات لفترة زمنية محددة قادمة.
- أو الإستعانة ببيانات مجمعة من فترات زمنية سابقة.

4. ترسم اللوحة بعد حساب خط المركز وحدي الضبط العلوي والسفلي وتثبت النقاط عليها. فإذا ظهرت نقطة بشكل غير اعتيادي يتعين استقصاء المسببات واتخاذ الإجراءات الكفيلة بمواجهتها.

5. من جدوى الإجراءات المتخذة من خلال وقوع الإنتاج تحت الضبط ومطابقة المنتج للمواصفات. فإذا تم ذلك ينبغي اعتبار طريقة عمل اللوحة قياسية وبخلافه يتعين إعادة احتساب حدود اللوحة والإستمرار بمتابعتها على أساس يومي.

6. المحافظة على طريقة عمل اللوحة القياسية والتأكد من ذلك من خلال استمرار

حالة الضبط على العمليات الإنتاجية وإذا ظهرت أية علامة غير اعتيادية على اللوحة ينبغي اتخاذ إجراء فوري بصددها.

7. في حالة استمرار المراقبة على العمليات الإنتاجية فإن مستوى جودة اللوحة سيتحسن باستمرار أيضاً شريطة مراعاة مايلي:

- استبعاد البيانات التي أظهرت عدم انتظام وثم الوقوف على مسبباتها واتخذت الإجراءات بصددها في ضوء ذلك.
- عدم استبعاد البيانات التي أظهرت عدم انتظام وتعذر الوقوف على مسبباتها والتعامل مع اللوحة طبقاً لما تم التطرق إليه في الأمثلة المعنية ذات العلاقة.

8. وما ينبغي الإشارة إليه بهذا الصدد أيضا وجوب إعادة احتساب حدود لوحات الضبط في الحالتين التاليتين:

- عندما تتغير المكائن أو المعدات الإنتاجية.
- في حالة تغيير المسلك التكنولوجي المعتمد للأغراض التصنيعية.

أسئلة وتمارين الفصل الخامس

1. في أحد مصانع إنتاج المحولات الصغيرة، يتم يومياً إنتاج وتفتيش ما يقارب من 200 محول. وبعد 20 يوم عمل كان عدد المحولات المعيبة 190 من مجموع الإنتاج البالغ 4159 محول والمطلوب:

أ. حساب حدود الضبط للوحة نسبة المعيبات P-Chart على أساس متوسط إنتاجيومي يبلغ 200 محول.

ب. خرجت نقطة واحدة عن حدود الضبط وكان عدد المحولات المعيبة 30 والمنتجة 200 لم يتسن معرفة السبب، فما هو مقدار خط المركز وحدود الضبط للفترة القادمة؟

2. تستلم شركة إنتاج أجهزة التلفزيون أجزاء لدائنية من مجمع الصناعات اللدائنية بشكل دفعات يتألف كل منها من 200 جزء حيث يتم التفتيش عليها بنسبة 100٪ عند التسلم وبعد تفتيش 25 دفعة ظهر أن عدد الأجزاء المعيبة هو 75 والمطلوب:

أ. حساب خط المركز وحدود الضبط للوحة np.

ب. إذا استمرت قيمة $\overline{p}$ كما هي بدون تغيير فما هو احتمال أن يكون في الدفعة القادمة (رقم 26) سبعة أجزاء معيبة بالضبط وما هو احتمال أن يكون فيها سبعة أجزاء معيبة أو أكثر؟

3. من سجلات التفتيش لجهاز إلكتروني معين وبعد تفتيش عينات يتألف كل منها من 100 جهاز لمدة 21 يوماً كان عدد الأجهزة المرفوضة خلال تلك الفترة 546 جهاز وكان أعلى وأقل نسب للمعيبات هي:

أعلى نسب	أقل نسب
0.46	0.18
0.33	0.18
0.31	0.20
0.31	0.21

والمطلوب:

أ. حساب خط المركز وحدود الضبط للوحة نسبة المعيبات P-Chart وهل أن العملية تحت الضبط أم لا؟.

ب. حساب خطوط جديدة للمركز وحدود الضبط للفترة القادمة.

4. يبين الجدول عدد مسامير البرشام Rivets الناقصة عند تفتيش 25 طائرة تامة الصنع:

ت	عدد المسامير الناقصة	ت	عدد المسامير الناقصة	ت	عدد المسامير الناقصة
1	8	10	12	19	11
2	16	11	23	20	9
3	14	12	16	21	10
4	19	13	9	22	22
5	11	14	25	23	28
6	15	15	15	24	28
7	8	16	9	25	9
8	11	17	9		
9	21	18	14		

والمطلوب حساب قيمة خط المركز $\bar{C}$ وحدود الضبط التجريبية ورسم لوحة C. ما هي قيمة خط المركز CL المقترحة للفترة القادمة؟.

5. استخدمت لوحة نسبة المعيبات P-chart لمراقبة جودة المجمدات المنتجة في إحدى الشركات في الشهر الأول من عام 1995 فكان عدد المجمدات خلال الشهر 4860 مجمدة وكان عدد المعيبات 243. فإذا كان إنتاج الأيام الثلاثة التالية من نفس الشهر فيه المعيبات المبينة في الجدول التالي:

التاريخ	العدد المنتج	عدد المعيبات
1995.1.5	210	23
1995.1.12	190	14
1995.1.28	250	29

فهل تقع نسب المعيبات لهذه الأيام داخل حدود الضبط؟

6. استدعت إجراءات المباشرة بمنتوج إلكتروني جديد إجراء التفتيش بنسبة 100٪ للأربعة الأشهر الأولى لحين استقرار عملية الإنتاج. فإذا كان عدد المعيبات خلال 20 يوماً في الإنتاج 960 منتوجاً من مجموع إنتاج هذه الفترة البالغ 31985.إحسب خط المركز للوحة نسبة المعيبات P-Chart وحدي الضبط التجريبيين محسوبين على أساس الوسط الحسابي للإنتاج اليومي لهذه الفترة..

7. في إحدى شركات إنتاج المولدات الكهربائية يتم يومياً تفتيش 50 مولداً. أي أن نسبة المعيبات للخط الإنتاجي لهذه المولدات تساوي 0.076 فإذا أكتشف في أحد الأيام 5 مولدات معيبة فهل أن إنتاج ذلك اليوم داخل حدود الضبط أم لا؟.

8. يبين الجدول التالي عدد الأفران الكهربائية المنتجة والمعيبة لمدة 28 يوماً احسب حدود الضبط التجريبية لكل يوم من الأيام السابقة وعند خروج أي نقطة خارج حدود الضبط افترض أنها خرجت بسبب مرجعي وأعد حساب نسبة المعيبات التي يمثل خط المركز للفترة.

ت	عدد المنتجات	عدد المعيبات	ت	عدد المنتجات	عدد المعيبات
1	171	31	15	165	16
2	167	6	16	170	35
3	170	8	17	175	12
4	135	13	18	167	6
5	137	26	19	141	50
6	170	30	20	159	26
7	45	3	21	181	16
8	155	11	22	195	38
9	195	30	23	165	33
10	180	36	24	140	21
11	181	38	25	162	18
12	115	33	26	191	22
13	165	26	27	139	16
14	189	15	28	181	27

9. يطلب وضع لوحة عدد المعيبات ذات العينة الثابتة np-Chart قيد الاستعمال في

عملية صباغة معينة تقع تحت الضبط الإحصائي فإذا لزم تفتيش 35 قطعة مصبوغة كل 4 ساعات وأن الوسط الحسابي لنسبة المعيبات $\bar{p}$ يساوي 0.06 فما هو مقدار حدود الضبط وخط المركز؟

10. عملية إنتاجية تقع تحت الضبط الإحصائي وهناك حاجة لحساب حدود الضبط للفترة القادمة. فإذا كان حجم العينة 100 منتوج في اليوم والعدد الكلي للعيوب 835 بعد تفتيش 22 يوماً فما هي حدود الضبط وخط المركز للفترة القادمة؟

11. تستخدم نسبة لوحة المعيبات p-chart لأجل:

أ. مراقبة أطوال الأعمدة لعينات مأخوذة من تفتيش الاستلام.

ب. مراقبة نتائج نسب المعيبات لتفتيش عينات الارسال.

جـ. مراقبة عدد العيوب لكل منتوج من عينات التفتيش أثناء العمليات.

د. الإجابات أ، ب، جـ.

هـ. الإجابة أ، ج- فقط.

12. حساسية لوحة نسبة المعيبات P. Chart في مراقبة تغيير العملية الإنتاجية هي:

أ. مساوية لحساسية لوحة المدى.

ب. مساوية لحساسية لوحة المتوسط.

جـ. مساوية لحساسية لوحة عدد العيوب C- Chart.

د. مساوية لحساسية لوحة عدد العيوب ذات العينة المتغيرة U- Chart.

هـ. لاتساوي أية من الفقرات السابقة.

13. أظهرت لوحة نسبة المعيبات P.Chart أستقراراً لفترة الزمن مع أن نسبة المعيبات كان مرتفعاً وغير مرضٍ. لذلك يمكن إجراء التحسينات عن طريق:

أ. تغيير التصميم الأساسي للمنتوج.

ب. المباشرة بإجراء التفتيش بنسبة 100٪.

جـ. تغيير عملية التصنيع بتغيير العدد أو المكائن.

د. جميع الإجابات أعلاه عدا "ب".

هـ. جميع الإجابات صحيحة عدا "جـ".

14. في لوحات ضبط الجودة يتوزع عدد العيوب لكل منتوج قريباً جداً من:

أ. التوزيع الطبيعي. ب. توزيع ذي الحدين

جـ. توزيع مربع ماي د. توزيع بواسون.

الفصل السادس

مقدرة العمليات الإنتاجية
Process Capability

الفصل السادس

مقدرة العمليات الإنتاجية

Process Capability

1.6 مفهوم وأهمية مقدرة العملية الإنتاجية.

2.6 مراحل دراسة وقياس مقدرة العملية الإنتاجية.

3.6 العلاقة بين التوزيع الطبيعي وحدود التفاوت.

4.6 مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام مدرج التكرار.

5.6 مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام لوحات ضبط الجودة.

6.6 مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام ورق الاحتمالات الطبيعي.

7.6 حالة دراسية.

1.6 مفهوم وأهمية مقدرة العملية الإنتاجية

The concept and importance of the process capability of the production process

تم تعريف مقدرة العملية الإنتاجية من قبل (Salvendy G.) على أنها مقياس للمتغيرات التي تصاحب العملية الإنتاجية، أما (Figenbaum A.) فعرفها بقابلية العملية الإنتاجية الواقعة تحت الضبط الإحصائي على تحقيق خاصية الجودة ضمن المواصفات المحددة من هنا يبدو بوضوح أن مقدرة العملية الإنتاجية هي مقياس يتعلق بالدقة المحددة لعملية التصنيع ويتمثل بمقدرة الأداء النوعي للماكنة الإنتاجية على الإيفاء بمتطلبات التصميم. وبهذا الصدد لابد من الإشارة إلى أن مقدرة الماكنة على الأداء النوعي تتأثر بجملة عوامل وظروف مميزة. فمن بين العوامل:

- نوعية المواد الأولية المستخدمة في العملية الإنتاجية.
- مهارة العمال المنفذين للعملية الإنتاجية.
- أدوات القياس ومهارة القائمين بالقياس.

وقد أكد الواقع العملي، أن تغيير عامل أو أكثر من هذه العوامل يؤدي إلى تغيير مقدرة العملية. لهذا ينبغي تحديد مقدرة العملية الإنتاجية بثبات العوامل الثلاث المشار إليها في أعلاه.

أما الظروف الإنتاجية فإنها محكومة بالشرطين التاليين:

- أن تكون العملية منضبطة إحصائياً، أي واقعة تحت الضبط الإحصائي.
- أن تكون القياسات موزعة توزيعاً طبيعياً.

وقد أكد الواقع العملي أيضاً على أن عدم تحقيق الشرطين المشار إليهما في أعلاه معاً يؤدي إلى تغيير مقدرة العملية. لهذا يتعين أن يكون لمقدرة العملية قيمة ثابتة لفترة مناسبة من زمن إشتغال الماكنة أو الخط الإنتاجي.

ومن المفيد الإشارة هنا إلى أن الواقع المعاش يشير إلى صعوبة إنتاج مشغولتين متماثلتين تماماً من حيث المواصفات المطلقة المحددة في الرسوم التصميمية. وهذا خير توكيد على تأثر مقدرة العملية الإنتاجية بالظروف والعوامل، المشار إليها في أعلاه. ولقناعة المصممين بذلك نجد قيامهم بوضع حدين لكل خاصية من خواص جودة المنتج يسمى الأول الحد الأعلى للمواصفة (USL) والثاني بالحد الأدنى لها (LSL) ويمثل الفرق بينهما التفاوت (T) الذي يعبر عن الإنحراف المقبول في خاصية الجودة عند إجراء عملية الفحص النوعي. ومن هذا يتضح ضرورة ضبط العمليات الإنتاجية ضمن التفاوت المسموح به لضمان نجاح الوحدات المنتجة في التفتيش النوعي، فضلاً عن المحافظة على الضبط من خلال التأكد بين الحين والآخر من عدم فقدان الضبط عليه وقد أكدت الخبرة المكتسبة من الدول الصناعية المتطورة [25] على أن الاختيار الصائب للمكائن الإنتاجية لتصنيع أي جزء من المنتج طبقاً لمتطلبات مواصفاته بعد دراسة مقدرة الماكنة من إيفائها بالمتطلبات، من الشروط الأساسية لتحقيق ذلك، علاوة على التوصل للجودة المطلوبة بأقل الكلف الممكنة.

لهذا فإن اختيار معدات الإنتاج بالشكل الذي يتجاوب مع متطلبات الجودة المحددة مسبقاً من خلال التفاوتات المثبتة على الخرائط أمر في غاية الأهمية لتحقيق أهداف الجودة والإبتعاد عن التلف أثناء الإنتاج وكلف إعادة العمل بعد الإنتاج.

وتأسيساً على ما سبق يتضح أن الوقوف على مقدرة أداء المكائن والمعدات الإنتاجية شرط رئيس لإحكام المراقبة على فعاليات ضبط العمليات الإنتاجية، إضافة إلى التنفيذ الدقيق لبرامج ضبط جودة المنتوج.

2.6 مراحل دراسة وقياس مقدرة العملية الإنتاجية

Stages of the study and measurement of the Process capability of the production process:

يمكن تقسيم خطوات دراسة وقياس مقدرة العملية الإنتاجية إلى المراحل المتعاقبة الآتية:

- مرحلة التخطيط.
- مرحلة التنفيذ.
- مرحلة الحساب..

تمثل مرحلة التخطيط الخطوة الأولى في اختيار خاصية من الخواص المطلوب دراستها، وذلك لأن العملية الواحدة، وفي أغلب الأحيان، تنطوى على عدة خواص لكل منها نموذجه الخاص به. وكمثل على ذلك فأن قلم القطع المستخدم في عملية الخراطة يولد البعد المطلوب، لامركزية، إنهاء سطحى، استدقاق (Taper)... الخ. وإن دراسة التغيرفي كل خاصية من هذه الخواص يستدعى جمع بيانات مستقلة بغية إجراء تحليل منفصل لكل منها، في الوقت الذى يؤكد الواقع العملى على عدم ضرورة إجراء الدراسة للخواص كافة لعدم تساوى تأثير كل منها على الجودة أو على تكاليف الإنتاج.

وجدير بالذكر بهذا الصدد أيضاً أن عدد الدراسات التى يتوجب إجرائها على عملية معينة يعتمد على المعلومات السابقة المتوفرة عنها، حيث من غير المنطقى أن نتعامل مع العمليات الإنتاجية القديمة التى تم إجراء دراسات سابقة عليها بنفس المستوى مع العمليات الإنتاجية الجديدة المفتقرة لهذا العدد من الدراسات. وعلى أية حال ينبغى عند إجراء أية دراسة تسجيل ظروف التنظيم والتشغيل بصورة متكاملة وبشكل دقيق لأن ذلك شرط أساس لتمكين مقدرة العملية التى سيتم إحتسابها على

تشخيص ظروف الاختبار الموقعية الصائبة. وعلى سبيل المثال عند إجراء دراسة مقدرة العملية على ماكنة خراطة معينة يتعين تسجيل المعلومات التفصيلية الآتية:

- المادة الأولية من حيث تركيبها وصلابتها وأبعادها.
- ممسك الأداة وموقع تثبيته وأبعاده.
- تنظيم الأداة، أى طول قلم القطع أوالبريمة أو الرايمر أو قلم التوسيع.
- نوع العينة الممسكة (ثنائية أم ثلاثية أوذات أربعة فكوك).
- طول القطع وعمقه.
- سرعة القطع والتغذية.
- درجة الحرارة وسائل التبريد وظروف الماكنة واسم المشغل.

وأكد الواقع العملي أن المتغيرات في أعلاه لاتتسم بصفة العمومية المطلقة لكافة مكائن الخراطة الموجودة في المنشأة، وذلك لأن لكل منها مجموعة من المتغيرات الخاصة بها، الأمر الذى يستدعي تشخيصها في كل دراسة مقدرة.

أما في مرحلة التنفيذ المتمثلة بجمع البيانات الضرورية لعملية حساب المقدرة يتعين مراعاة:

- جمع المعلومات تحت ظروف التشغيل الإعتيادية للماكنة ولدفعة واحدة من المواد الأولية ولنفس العامل والفاحص للقياس.
- عدم إجراء إعادة تنظيم الماكنة خلال فترة تسجيل البيانات لكامل الدفعة وكذلك عدم إعادة معايرة أدوات القياس.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد أن ما تقدم من عوامل عرضة للتغيير خلال فترة زمنية طويلة. لهذا ينبغى إجراء عدة دراسات منفصلة بفترات زمنية متباعدة بغية تحديد تأثير العوامل المتغيرة على مقدرة العملية الإنتاجية بشكل دقيق. وقد تم

التعرّف على أخذ مالا يقل عن (50) قياس للغرض المشار إليه وتسجيلها طبقاً لتتابع أخذ القياسات [28].

وقدر تعلق الأمر بمرحلة الحساب فإنها تستدعي حساب مقدرة العملية الإنتاجية ومؤشر المقدرة وطبقًا للمعادلات الآتية:

1. تحسب مقدرة العملية الإنتاجية بموجب المعادلة التالية:

مقدرة العملية = 6 × الانحراف المعيارى للمجتمع (σ)

ويحسب الانحراف المعيارى للمجتمع بطريقتين الأولى بدلالة الوسط الحسابى والثانية بدلالة المدى وكما يلي:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{N}}$$

$$\sigma = \frac{\overline{R}}{d_2}$$

وجدير بالذكر أن الواقع العملى يشير إلى سهولة حساب مقدرة العملية بدلالة المدى. لهذا يمكن صياغة المعادلة العامة لحساب مقدرة العملية الإنتاجية كما يلى:

$$6\sigma = \frac{6}{d_2} \times \overline{R}$$

حيث أن:

σ = الانحراف المعيارى للمجتمع.

$\overline{R}$ = متوسط المديات لعدد من العينات.

d_2 = قيمة ثابتة تعتمد على حجم العينة التى يحسب منها المدى فعندما يكون حجم العينة (5) مفردات فإن (d_2) تساوى 2.33.

وبناءً عليه يمكن تبسيط معادلة حساب مقدرة العملية إلى الصيغة التالية:

$$6\sigma = \frac{6}{2.33}\bar{R} = 2.6\bar{R}$$

2. يحسب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_p) طبقًا للمعادلات الآتية:

$$C_p = \frac{T}{6\sigma}$$

حيث أن:

T = التفاوت (Tolerance) بموجب الخارطة التصميمية

وجدير بالتنويه أن أفضل مؤشر لمقدرة العملية الإنتاجية يتحقق عندما يكون التفاوت مساوى إلى (8) انحرافات معيارية (σ). وهذا يعنى عمليًا أن الرقم 1.33 هو أفضل مؤشر لمقدرة العملية (C_p) وكما يلى:

$$C_p = \frac{8\sigma}{6\sigma} = 1.33$$

والجدول (1.6) يبين الإجراءات الواجبة الإتخاذ لمختلف قيم مؤشر مقدرة العملية بعد حسابه على مستوى ماكنة أو خط إنتاجى.

جدول (1.6) الإجراءات المناظرة لمختلف قيم مقدرة العملية الإنتاجية

مؤشر مقدرة العملية C_p	الإجراءات الواجبة الاتخاذ
C_p أكبر من 1.33	يتعين مراجعة حدود المواصفات أو العملية الإنتاجية أو كليهما بهدف خفض تكاليف الإنتاج لعدم حاجة لهذه الدقة العالية
$1.33 > C_p > 1$	الحالة مثالية ولا تستدعى أى إجراء
C_p أصغر من 1	ينبغى إتخاذ الإجراءات لتحسين حالة الماكنة أو الخط الإنتاجى، إضافة إلى تفتيش الإنتاج بنسبة 100٪ لعزل المنتجات المعيبة

3.6 العلاقة بين التوزيع الطبيعي وحدود التفاوت The relationship between the normal distribution and thetolerance limits

من البدهيات المعروفة لدى المتخصصين بنشاط الإدارة الهندسية للإنتاج، إن عمليات الإنتاج كافة تقع تحت تأثير تغيرات تنتج بسبب عنصر أو أكثر من العناصر الآتية:

- المكائن الإنتاجية.
- المواد الأولية.
- مهارة المشغلين للمكائن.
- الظروف المحيطة بالعمل.

ومعلوم كذلك أن هذه العناصر تؤدي إلى إحداث تغيرات في خواص الجودة للمنتج والتي يمكن ببساطة الوقوف عليها من خلال قياس أبعاده. وجدير بالذكر أن التغيرات بنوعين أساسيين وهما:

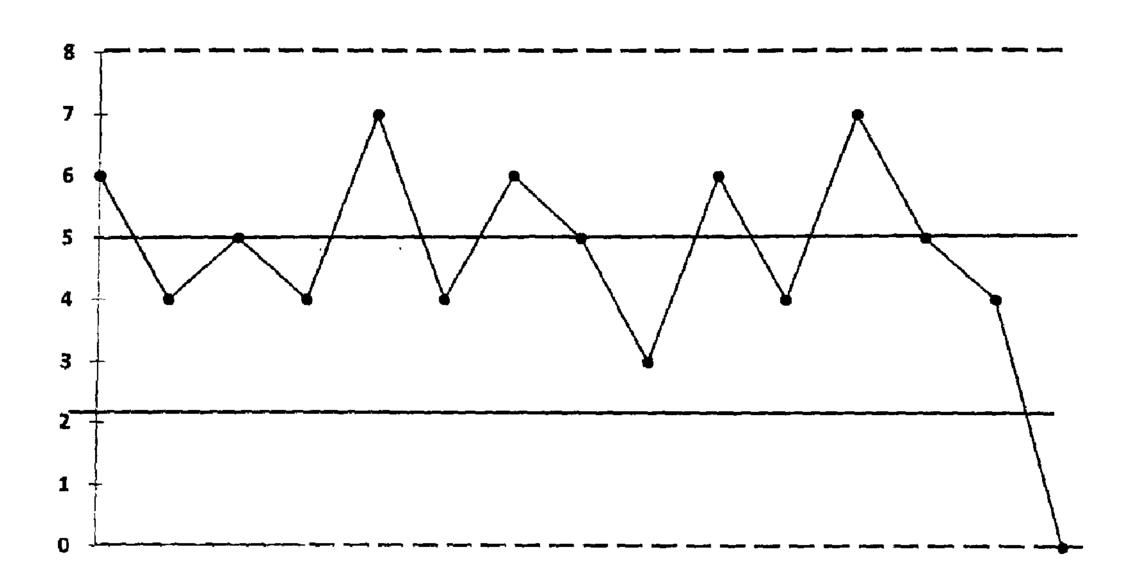
1. تغيرات صدفية (Chance Variation).

إن المسببات لهذا النوع من التغيرات متعددة. وقد أثبت الواقع أن لكل منها تأثيراً صغيراً على العملية الإنتاجية في الحالة العامة. وتمتاز بصعوبة تشخيصها وكنتيجة لذلك صعوبة مواجهتها، لذلك يضع المصممون تفاوتات على القياسات المطلوبة بغية تلافي هذا النوع من التغيرات ومن الأمثلة العملية للمسببات:

- الاختلاف الطفيف في تركيب أو قياسات المواد الأولية المستخدمة.
- الاهتزاز (الملعب) الطبيعي للمساند والمحاور في المكائن الإنتاجية.
- التغيرات المعتادة في درجات الحرارة داخل القاعات الإنتاجية.

ومما يتوجب ذكره أن رسم قياسات عملية إنتاجية واقعة تحت تأثير المسببات

الصدفية فقط بشكل بياني وحسب توالي إنتاج المشغولات سوف تتوزع عشوائياً حول خط المركز وكما هو مبين في الشكل (1.6).



شكل (1.6) نموذج عملية إنتاجية واقعة تحت تأثير المسببات الصدفية

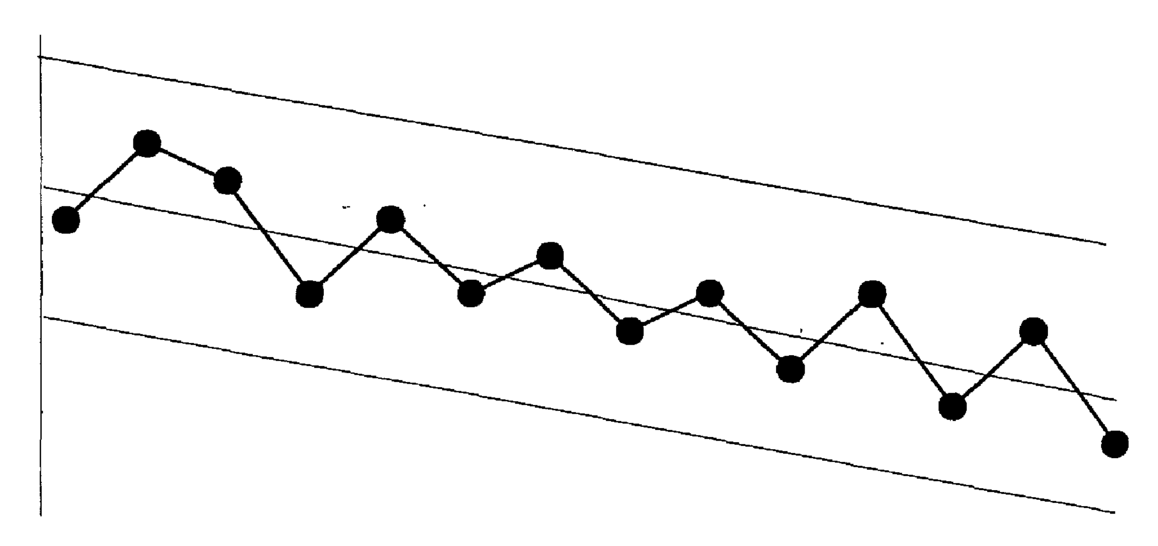
2. تغيرات نظامية (Systematic Variation):

إن المسببات لهذا النوع من التغيرات متعددة أيضاً وتحدث بسبب خلل رئيس يتوجب تشخيصه والعمل على مواجهته. ومن الأمثلة العملية للمسببات:

- تغيير تنظيم الماكنة الإنتاجية.
- تغيير خواص المادة الأولية المستخدمة.
- استهلاك أداة الإنتاج أو تآكلها.
- الارتفاع والانخفاض الدوري لدرجات حرارة قاعة الإنتاج.

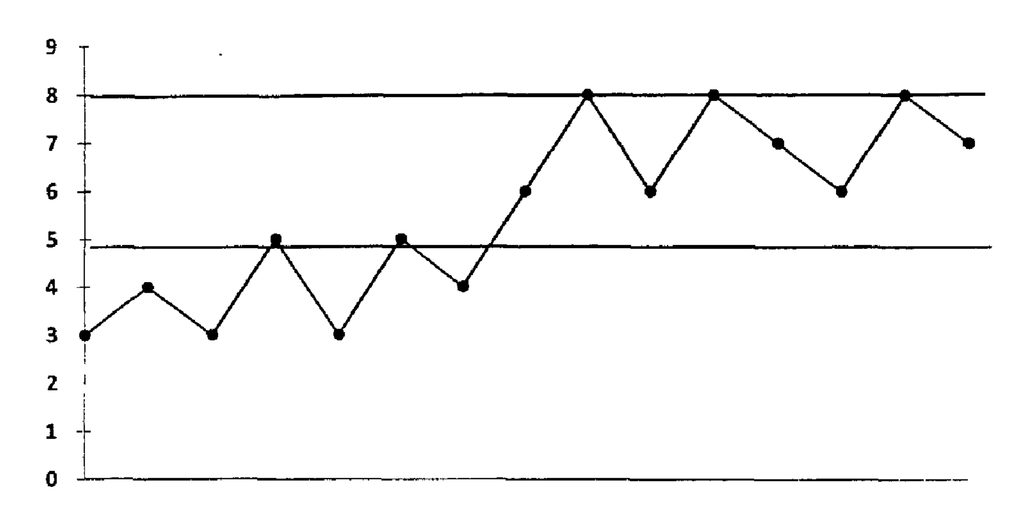
ومن المفيد الإشارة هنا إلى أن هذه التغيرات تظهر بصورة تدريجية أو فجائية أو دورية. ومن الأمثلة على التغيرات التدريجية استهلاك أداة الإنتاج بمرور الزمن، حيث

تظهر عند رسم العملية بشكل بياني باتجاه مائل للأسفل أو الأعلى بدون تغيير الإتجاه. والشكل (2.6) نموذج لهذا النوع من التغيرات.



شكل (6 - 2) نموذج التغيرات النظامية التدريجية

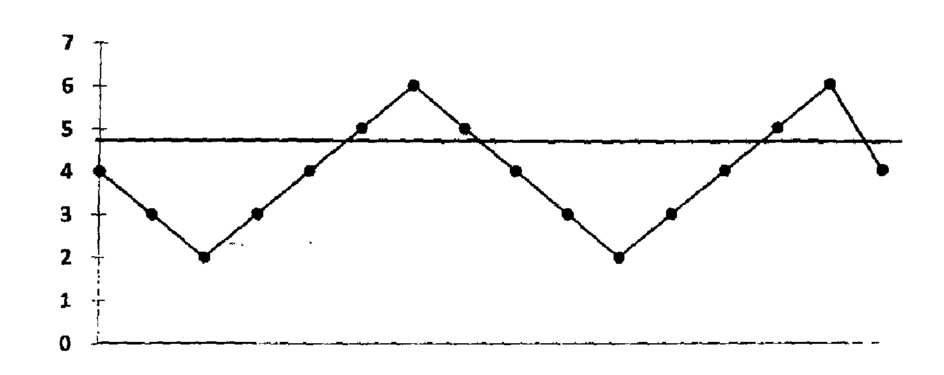
أما التغيرات الفجائية فتتأتى بسبب تغيير تنظيم الماكنة أو استخدام مواد أولية لها خصائص ميكانيكية مختلفة والشكل (3.6) نموذج لهذا النوع من التغيرات.



الشكل (3.6) نموذج التغيرات الفجائية

وفيما يتعلق بالتغيرات الدورية فإنها تحدث على سبيل المثال بسبب تغير

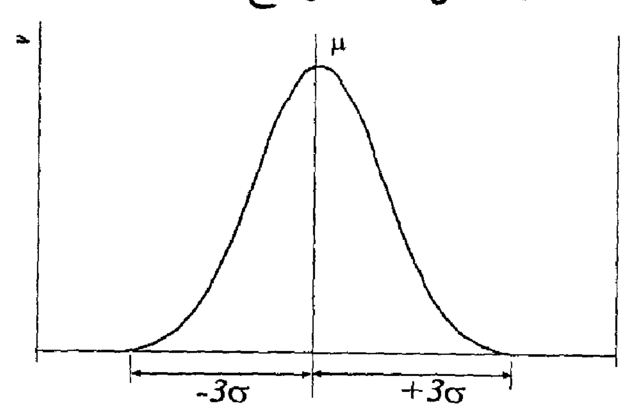
درجات الحرارة داخل قاعات الإنتاج خلال ساعات الليل والنهار مما يؤثر على قياسات المنتوج. والشكل (4.6) نموذج لهذا النوع من التغيرات.



الشكل (6 - 4) نموذج للتغيرات الدورية

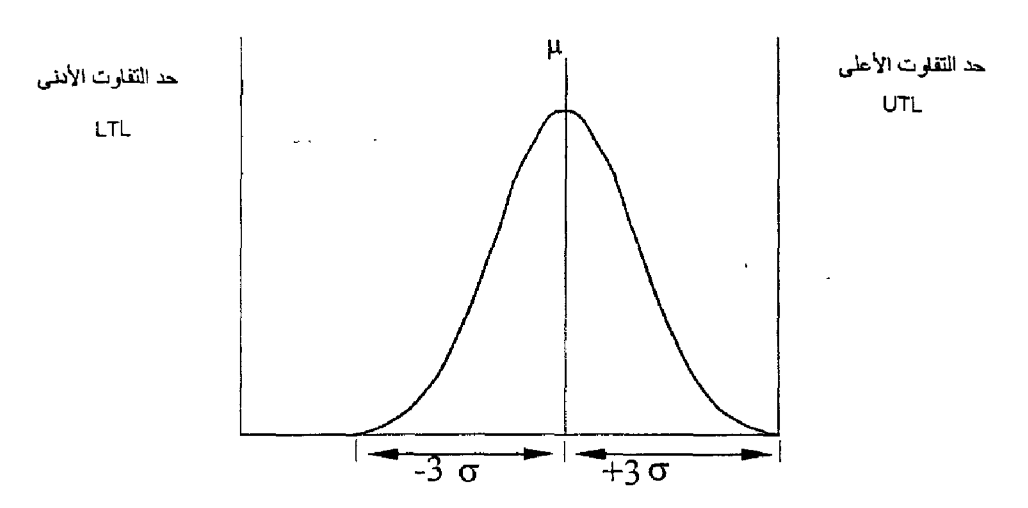
وبعد الوقوف على أنواع التغيرات ومسبباتها ونماذج الأشكال التي تسلكها يمكن تحديد العلاقة بين التوزيع الطبيعي وحدود التفاوت طبقاً لقابلية تغيير العملية الإنتاجية وكما يلي:

1. قابلية تغيير العملية أصغر بكثير من مدى التفاوت بدون إزاحة الوسط. وفي هذه الحالة يمكن بسهولة المحافظة على الإنتاج داخل حدود التفاوت، لهذا بالإمكان الإكتفاء بالتفتيش النوعي من قبل عامل الإنتاج أو اتباع تفتيش الدوريات (Patrol Inspection) والشكل (6-5) يوضح ذلك.



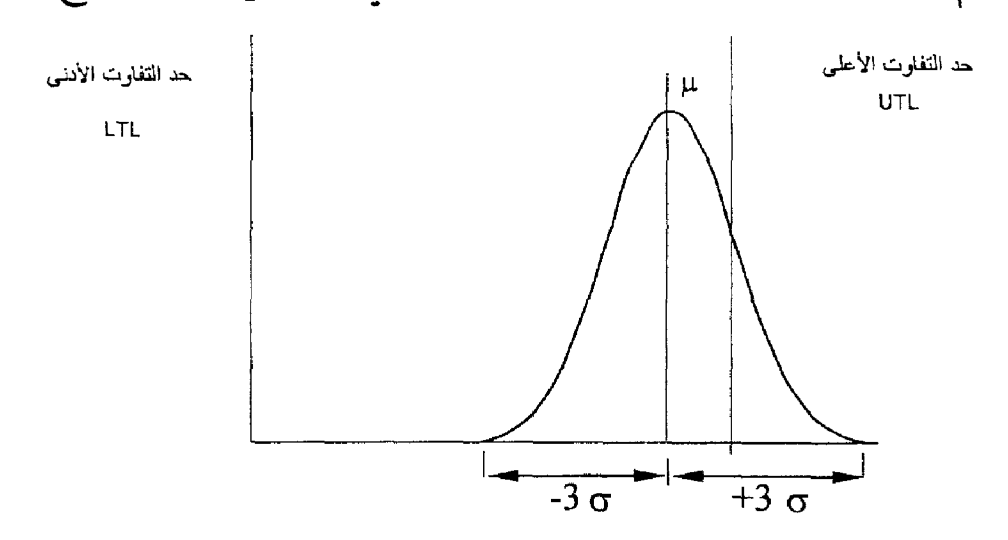
شكل (6- 5) قابلية تغير العملية الإنتاجية أصغر بكثير من حدود التفاوت بدون إزاحة الوسط

2. قابلية تغيير العملية أصغر بكثير من مدى التفاوت ولكن الوسط مزاح بمقدار طفيف دون أن يؤدي إلى خروج الإنتاج خارج حدود التفاوت. وهذه الحالة تستدعي تكثيف التفتيش أو إعادة تنظيم الماكنة بغية إعادة الوسط إلى البعد الاسمي والشكل (6.6) يبين ذلك.



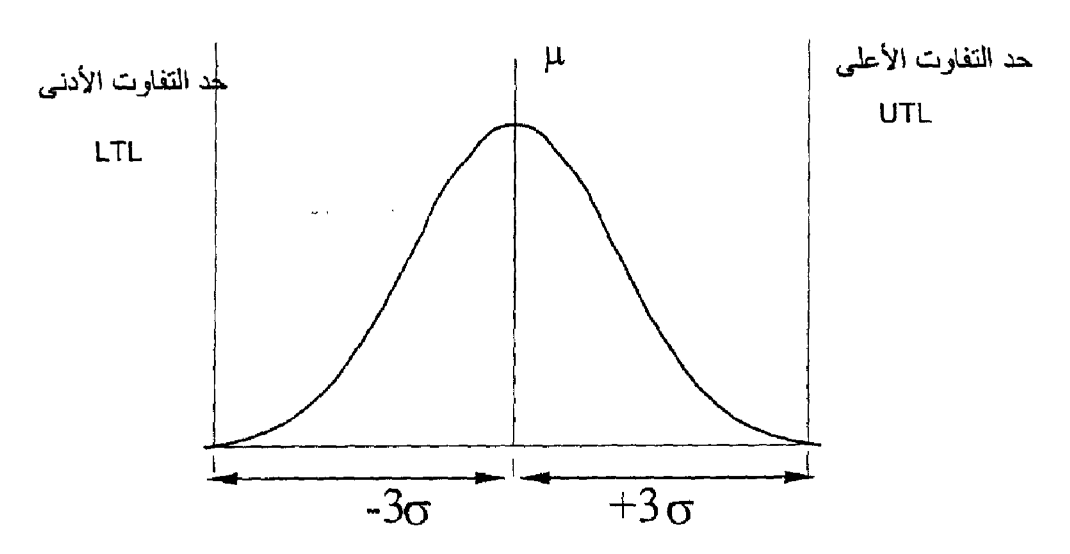
الشكل (6.6) الوسط مزاح بمقدار طفيف

3. قابلية تغيير العملية أصغر بكثير من مدى التفاوت ولكن الوسط مزاح بمقدار كبير وهذا يؤدي إلى خروج الإنتاج خارج حدود التفاوت. وهذه الحالة تتطلب إعادة تنظيم الماكنة بهدف إعادة الوسط إلى البعد الاسمي والشكل (7.6) يوضح ذلك.



الشكل (7.6) الوسط مزاح بمقدار كبير

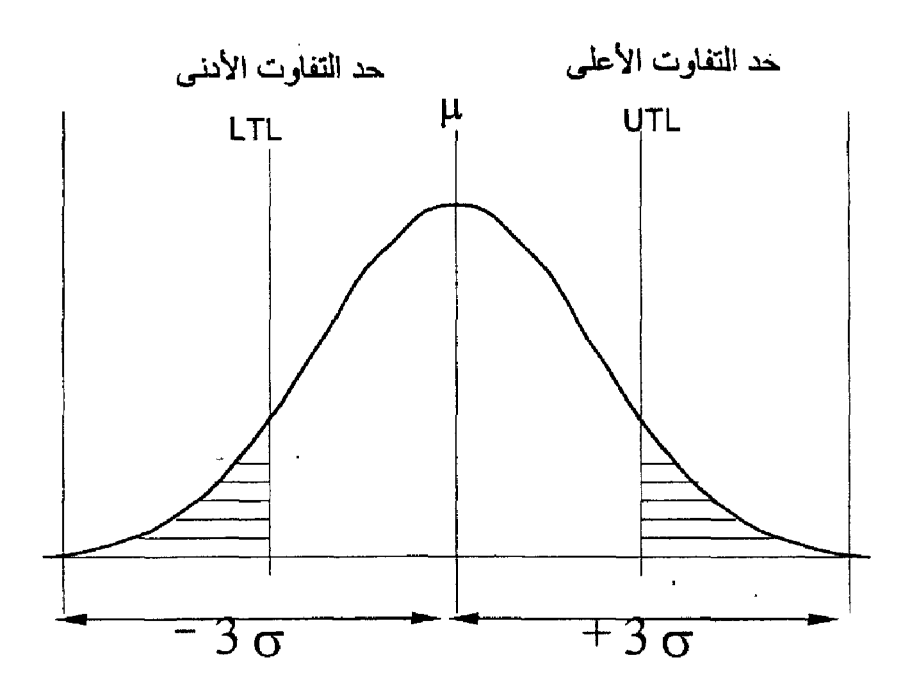
4. قابلية تغيير الماكنة ومدى التفاوت متساويان تقريباً وهذا يستوجب زيادة التفتيش بشكل عام واستخدام تفتيش الإنتاج بنسبة 100٪ بالنسبة للخواص الحرجة والشكل (8.6) يبين ذلك.



الشكل (8.6) قابلية تغير الماكنة ومدى التفاوت متساويان

5. قابلية تغيير الماكنة أكبر من مدى التفاوت وهذا يؤدي إلى خروج الإنتاج خارج الحدين الأعلى والأدنى للتفاوت، الأمر الذي يستدعي اتخاذ إحدى الإجراءات الآتية:

- تقصي إمكانية تخفيض تغير العملية أوتغيير طريقة الإنتاج.
- تقصي إمكانية زيادة مدى التفاوت ليصبح بمقدار تغير العملية على الأقل.
- وفي حالة صعوبة اتخاذ أي الإجراءين السابقين ينبغي عزل الأجزاء المعيبة بعد الانتهاء من الإنتاج والشكل (9.6) يوضح ذلك.

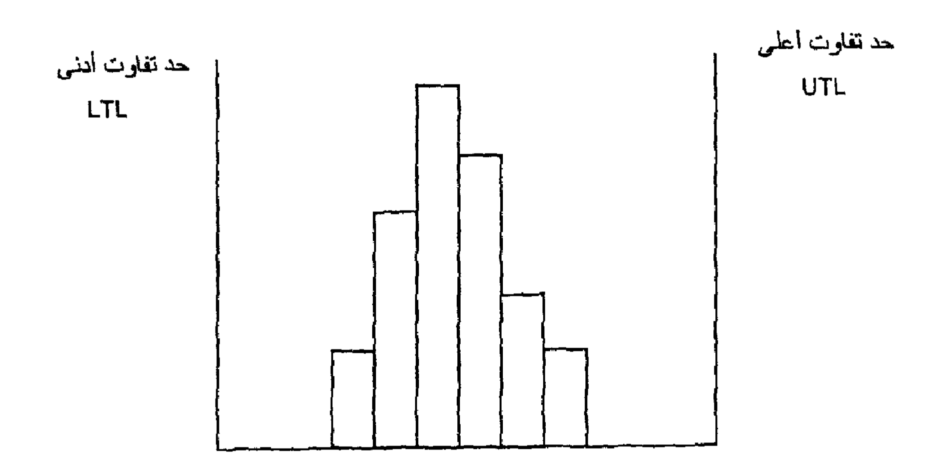


شكل (9.6) قابلية تغير الماكنة أكبر من مدى التفاوت

4.6 مراقبة مقدرة العملية باستخدام مدرج التكرار Monitoring the process capability by using thehistogram

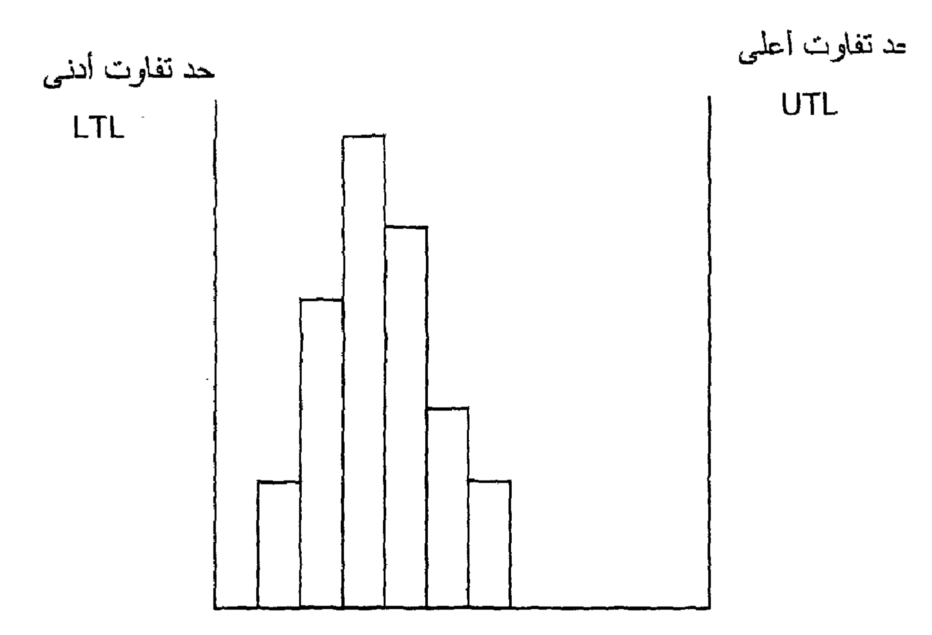
يعتبر مدرج التكرار (Histogram) وسيلة من بين الوسائل لدراسة مقدرة العملية الإنتاجية إذا تم مقارنة المدرج مع حدود التفاوت المثبت على الخرائط التصميمية. والحالات التالية تبين نوع وطبيعة العلاقة بين مدرجات التكرار وحدي التفاوت.

الحالة الأولى: مدرج تكرار لعملية إنتاجية متوسطها الحسابي مقبول وتشتتها مقبول أيضاً وتعتبر هذه الحالة مثالية وكما هي عليه في الشكل (10.6).



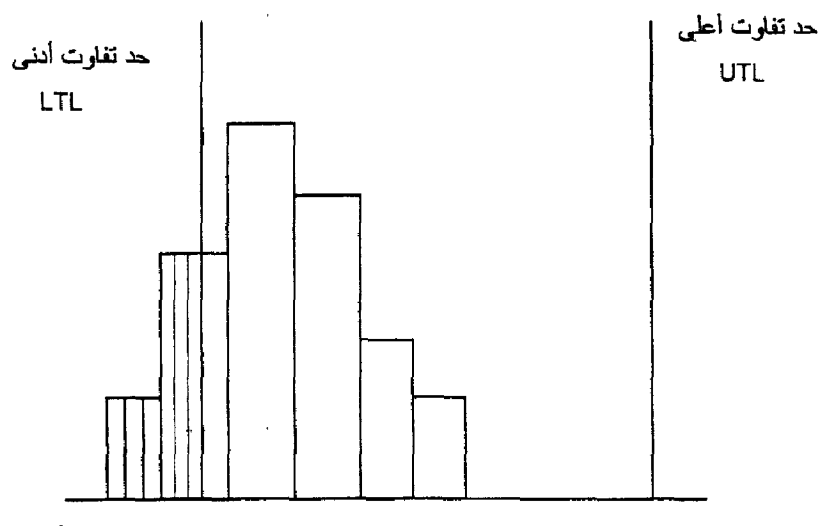
شكل (10.6) مدرج تكراري لعملية متوسطها مقبول وتشتتها مقبول

الحالة الثانية: مدرج تكرار لعملية إنتاجية تشتتها مقبول ومتوسطها مزاح قليلاً باتجاه الحد الأدنى للتفاوت. شكل (11.6).



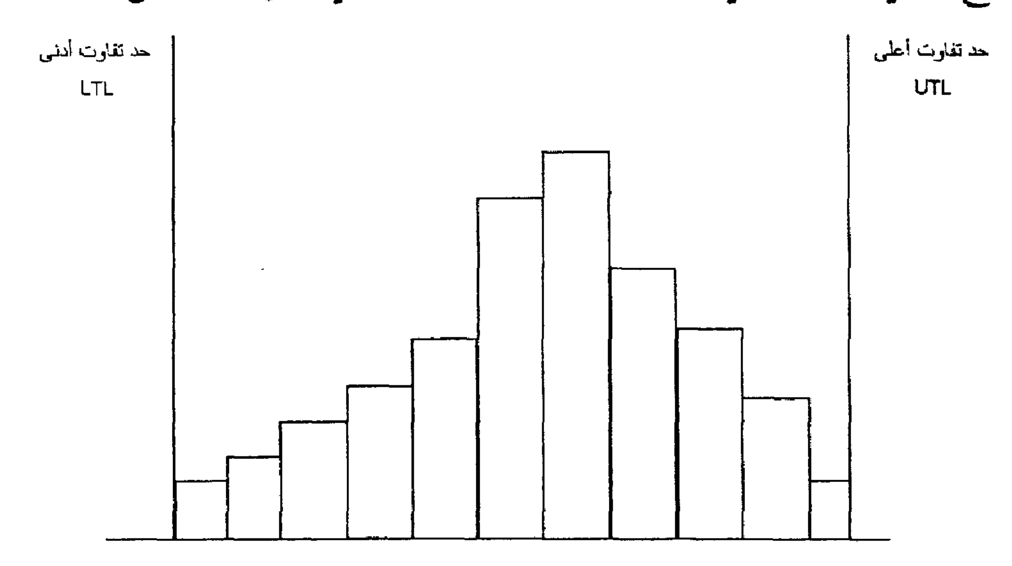
شكل (11.6) مدرج تكرار لعملية تشتتها مقبول ومتوسطها مزاح قليلاً بإتجاه الحد الأدنى

الحالة الثالثة: مدرج تكرار لعملية إنتاجية متوسطها الحسابي منخفض جداً وهذا يتسبب في إنتاج نسبة كبيرة من الأجزاء المصنعة أصغر من الحد الأدنى للتفاوت شكل (12.6).



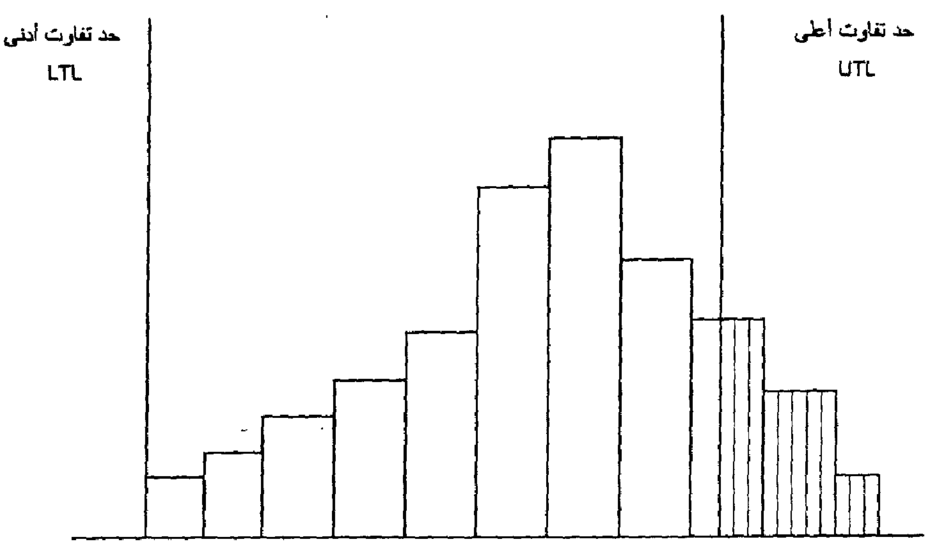
شكل (12.6) مدرج تكراري لعملية متوسطها منخفض جداً

الحالة الرابعة: مدرج تكرار لعملية إنتاجية متوسطها الحسابي مقبـول وتشـتتها علـى حدود التفاوت. وجدير بالتنويه أن المخاطرة في هذه الحالة متمثلة بخروج الإنتـاج خارج حدي التفاوت في حالة حصول إزاحة بسيطة في المتوسط شكل (13.6).



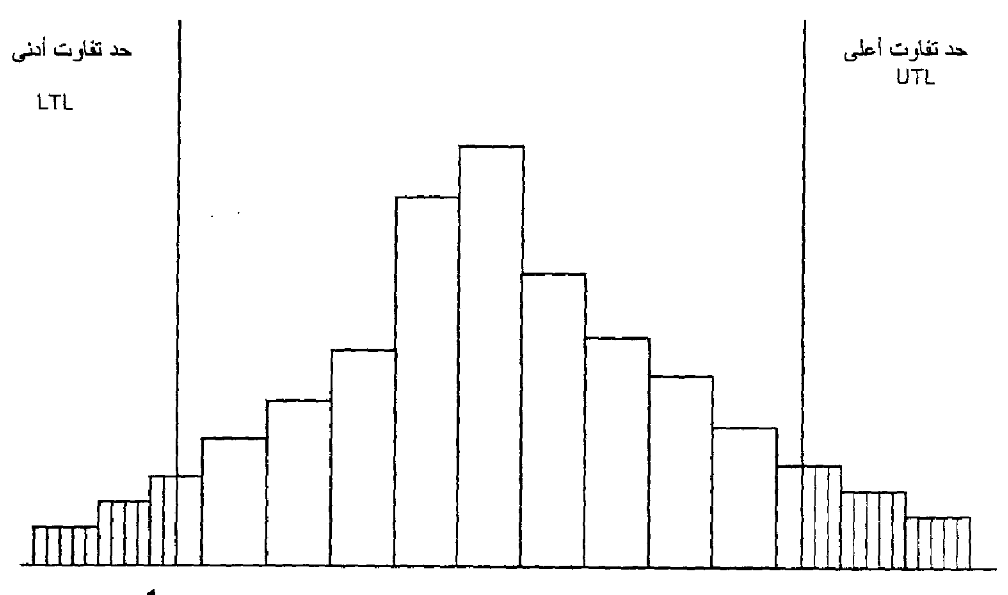
شكل (13.6) مدرج تكراري لعملية متوسطها مقبول وتشتتها على حدود التفاوت

الحالة الخامسة: مدرج تكرار لعملية إنتاجية تشتتها كبير نسبياً ومتوسطها مزاح وهذا يؤدي إلى خروج نسبة من الإنتاج خارج الحد الأعلى للتفاوت شكل (14.6).



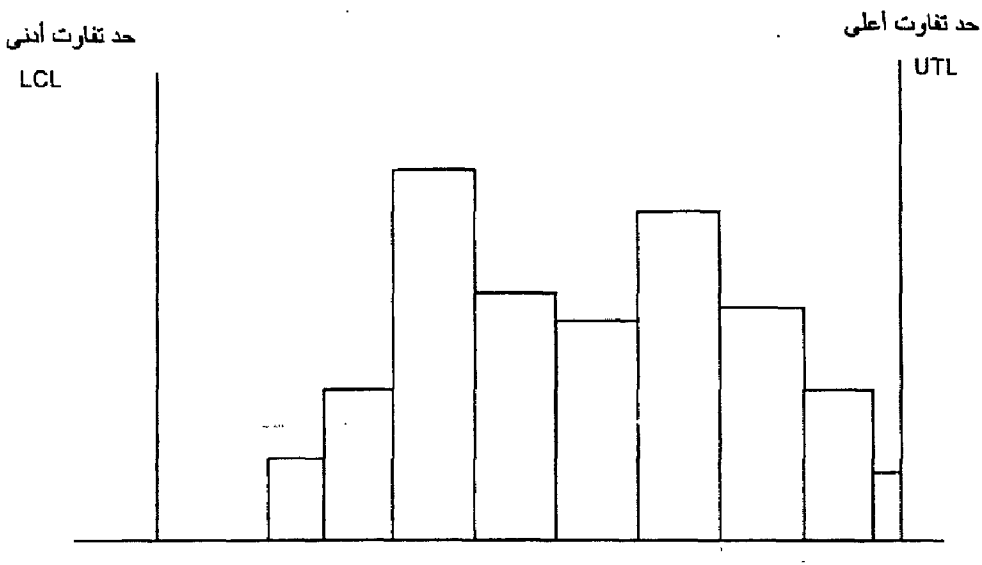
شكل (14.6) مدرج تكرار لعملية تشتتها كبير نسبياً ومتوسطها مزاح

الحالة السادسة: مدرج تكرار لعملية إنتاجية تشتتها كبير جداً وهذا يؤدي إلى خروج نسبة من الإنتاج خارج حدي التفاوت على الرغم من أن متوسطها الحسابي غير مزاح. شكل (15.6).



شكل (15.6) مدرج تكرار لعملية إنتاجية تشتتها كبير جداً

الحالة السابعة: مدرج تكرار لعملية إنتاجية يظهر فيها توزيعين. وهذا يعني حصول تغيير أثناء عملية الإنتاج مثل تغيير تنظيم الماكنة أو تغيير خواص المواد الأولية شكل (16.6).



شكل (16.6) مدرج تكراري لعملية يظهر فيها توزعين

مما تقدم يتضح أن استخدام مدرج التكرار من الوسائل الفاعلة لتحديد مقدرة العملية الإنتاجية ومراقبة الإنتاج. أما الخطوات الضرورية لرسم المدرج فإنها:

1. جمع البيانات عن الخاصية المطلوب دراستها من خلال العمليات الإنتاجية وبما لايقل عن (50) بياناً شريطة الإلتزام بتتابع الإنتاج.
2. حساب مدى البيانات وطبقاً للمعادلة الآتية:

$$R = x_L - x_S$$

حيث أن:

R = المدى للبيانات كافة.

x_L = أكبر رقم في البيانات

x_S = أصغر رقم في البيانات.

3. تحديد عدد الفئات (K) بالعلاقة مع عدد البيانات والتي تتراوح بين 5 – 20 وطبقاً لمعلومات الجدول (2.3). ومن تم حساب طول الفئة (h) وفقاً للمعادلة التالية:

$$h = \frac{R}{K}$$

4. توزيع البيانات الأصلية إلى فئات وحساب مركز كل فئة من خلال تقسيم مجموع حديها على (2) ومن ثم تحديد قيمة التكرار والتكرار المطلق لكل فئة.

5. رسم مدرج التكرار بحيث يمثل المحور السيني مراكز الفئات والصادي التكرارالمطلق على أن يتناسب ارتفاع كل فئة مع تكرارها وجعل المستطيلات بنفس طول القاعدة الذي يساوي طول الفئة (h) وبهذا سيتناسب ارتفاع ومساحة كل مستطيل طردياً مع تكرار الفئة.

وينبغي مقارنة موقع مدرج التكرار الفعلي مع إحدى الحالات المبينة في الأشكال من (8.6) وإلى (15.6).

5.6 مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام لوحات الضبط Monitoring the process capability by using the control chart:

بلا شك، أن أكثر اللوحات استخداماً للوقوف على مقدرة العملية الإنتاجية ومراقبتها باستمرار هي لوحة المتوسط والمدى ($\bar{x}-$R Chart) والخطوات اللازمة لرسم هذه اللوحة هي:

1. تؤخذ قياسات الخاصية المطلوب دراسة مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيقها بأداة القياس ذات دقة كافية وبما لايقل عن 10 عينات حجم كل منها 5 مفردات.

2. يحسب المتوسط والمدى لكل عينة وبموجب المعادلتين:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \ldots.. x_n}{n}$$

$$R = x_L - x_s$$

3. يحسب متوسط المتوسطات ومتوسط المديات لكافة العينات ووفقاً للمعادلتين التاليتين:

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \ldots\ldots \bar{x}_K}{K}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \ldots\ldots R_K}{K}$$

حيث أن:

$\bar{\bar{x}}$ = متوسط المتوسطات

$\bar{x}_1 ; \bar{x}_2 \ldots\ldots \bar{x}_K$ = المتوسط الحسابي للعينات من (1) إلى (K).

K = عدد العينات.

$\bar{R}$ = متوسط المديات.

$R_1 ; R_2 \ldots\ldots R_K$ = مدى العينات من (1) وإلى (K).

4. يحسب خط المركز وحدود الضبط للوحة المتوسط ($\bar{\bar{x}}$) وبموجب المعادلة الآتية:

$$UCL = \bar{\bar{x}} + A_2\bar{R}$$

$$CL = \bar{\bar{x}}$$

$$LCL = \bar{\bar{x}} - A_2\bar{R}$$

حيث أن:

UCL = الحد الأعلى للضبط.

CL = خط المراكز.

LCL = الحد الأدنى للضبط

A_2 = قيمة ثابتة وتساوي 0.577 لحجم عينة من 5 مفردات.

5. يحسب خط المركز وحدود الضبط للوحة المدى (R) وطبقًا للمعادلات التالية:

$$UCL = \overline{R}D_4$$

$$CL = \overline{R}$$

$$LCL = \overline{R}D_3$$

حيث أن:

D_3= قيمة ثابتة وتساوى صفراً لحجم عينة من (5) مفردات.

D_4= قيمة ثابتة وتساوى 2.115 لحجم عينة من (5) مفردات.

6. ترسم لوحة الضبط للمتوسط والمدى بحيث يمثل المحور السينى العينات حسب تسلسل أخذها والمحور الصادى قيمة ($\overline{x}$) في لوحة المتوسط وقيمة (R) في لوحة المدى. ويكون لكل لوحة (3) خطوط هى خط المركز وحدا الضبط الأعلى والأدنى. والخطوة التالية هى تثبيت قيم ($\overline{x}$) و(R) فإذا وقعت جميع القيم داخل حدود الضبط وبترتيب عشوائى حول خط المركز، فإن هذا يدل على إن العملية الإنتاجية تحت الضبط وفي حالة وقوع بعض النقاط خارج حدود الضبط فإن هذا يشير إلى أن العملية الإنتاجية غير مسيطر عليها ويتوجب في مثل هذه الحالات إجراء دراسة متفحصة للوقوف على مسببات ذلك والعمل على مواجهتها ومن ثم أخذ عينات جديدة بنفس الطريقة التى اتبعت في أعلاه ورسم لوحة جديدة للمتوسط والمدى للتأكد من سلامة الإجراءات المتخذة من عدمها.

7. وفي حالة ظهور العملية الإنتاجية تحت الضبط تحسب مقدرة العملية ومؤشر مقدرة العملية وطبقًا للمعادلتين التاليتين:

$$6\sigma = 2.6\overline{R}$$

$$Cp = \frac{T}{6\sigma}$$

ومما يتوجب الإشارة إليه أن أسلوب مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية بواسطة هذه اللوحة يتمثل باستمرارية أخذ عينة من (5) مفردات بفترات زمنية تعتمد على درجة استقرارية العملية الإنتاجية من عدمها. وبالتفصيل التالى [20]:

- إذاكانت العلمية الإنتاجية غير مستقرة، أى عند تغير المتوسط والمدى بسرعة ينبغى أخذ عينة من الإنتاج كل نصف ساعة.
- إذاكانت العملية مستقرة يمكن أخذ عينة كل ساعة أو ساعتين.
- إذا كانت العمليات الإنتاجية تحت الضبط الإحصائى يتعين أخذ عينة كل (4) ساعات.

6.6 مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية باستخدام ورق الاحتمالات الطبيعي Monitoring the process capability by using the normal probability paper:

يستخدم ورق الاحتمالات الطبيعى في الدول المتطورة صناعيًا كاليابان مثلاً بشكل واسع للوقوف على مقدرة العمليات الإنتاجية بعد التأكد من أن البيانات المأخوذة موزعة توزيعًا طبيعيًا. كما يساعد هذا الإستخدام أيضًا على جملة أمور أخرى تهم العاملين في مجال ضبط الجودة والتصميم منها:

1. حساب المتوسط الحسابى للتوزيع ($\overline{x}$).
2. التنبؤ بنسب الإنتاج الأكبر من الحد الأعلى للتفاوت والأصغر من الحد الأدنى للتفاوت.
3. تنبيه المصممين على سعة أو ضيق التفاوت من وجهة نظر مقدرة المكائن الإنتاجية على تحقيقها.

وتتكون ورقة الاحتمال الطبيعي من محورين سينى وصادى وبالتفصيل الآتى:

1. المحور السينى ويقسم إلى أجزاء متساوية في الطول ولهذا لاتستدعي الحاجة إلى ترقيم الأجزاء ويتوجب تسجيل المعلومات لكل حالة بشكل منفصل عن الحالة الأخرى.

2. المحور الصادى ويقسم إلى أجزاء غير متساوية في الطول تبدأ ب- (0.1٪) وتنتهى بـ(99.9٪) من جهة اليسار يقابلها في جهة اليمين معكوس هذة الأرقام، أى تبدأ بـ(99.9٪) وتنتهى ب- (0.1٪) وكما يقسم أيضاً إلى جزئين متماثلين بخط يسمى خط 50٪ الذى يمثل ($\bar{x}$) ومن ثم يوزع كل جزء إلى (3) أجزاء متساوية تبدأ للأعلى بقيم انحراف معيارى (+1)،(+2)،(+3) وللأسفل (-1) ثم (-2) وتنتهى ب- (-3) انحراف معيارى لعيّنة البيانات.

أما طريقة الحساب والتقويم للبيانات الموزعة بشكل فئات فتتمثل بالخطوات المبنية في أدناه:

1. إعداد جدول التوزيع التكرارى ثم يؤخذ منه حقل مراكز الفئات والتكرار لعمل جدول جديد يحتوى إضافة لما ذكر على الحقول التالية:

- حقل التسلسل (j) حيث يعطى للتكرار الأول الرقم (1) وللأخير (N) التى تساوى عدد التكرارات.

- حقل الوسط الحسابى للتسلسل ($\bar{j}$) حيث يجمع الرقمان في كل تسلسل ويقسمان على (2).

2. حساب النسبة المئوية للاحتمال الطبيعى. ويتم ذلك بالإستعانة بالمعادلة الآتية:

$$\bar{p}[\%] = \frac{100}{N}(\bar{j} - 0.5)$$

حيث أن:

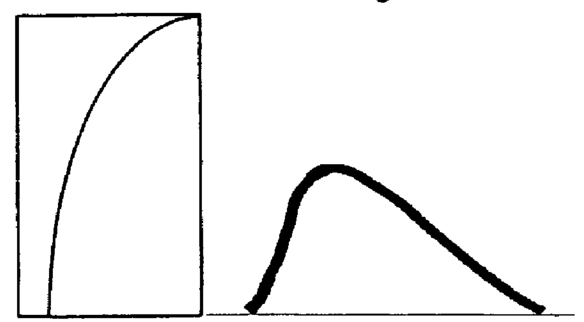
$\overline{p}$ = الاحتمال الطبيعى.

N = عدد البيانات.

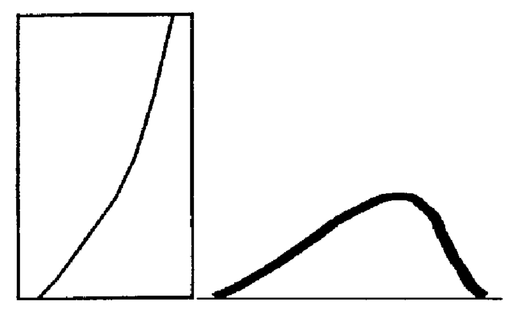
$\bar{j}$ = المتوسط الحسابى لسلسل قيم التكرارات.

3. تثبت على المحور السينى النقاط التى تربط كل مركز فئة مع قيمة ($\overline{p}$) التى تمثلها المحور الصادى وتوصل النقاط مع بعضها فإذا ظهرت بشكل خط مستقيم فإن ذلك يدل على أن التوزيع طبيعي وبخلاف ذلك فإن توزيع مجتمع البيانات قيد الدرس غير الطبيعى. ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن الواقع العملي يشير إلى احتمالية ظهور الحالات الآتية:

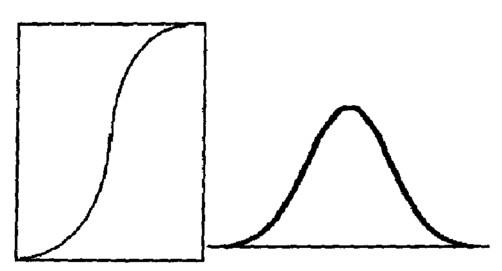
- شكل خط بيانى محدب وتحدث هذه الحالة عندما يكون للتوزيع عدم تماثل موجب، أي له طرف طويل إلى اليمين.



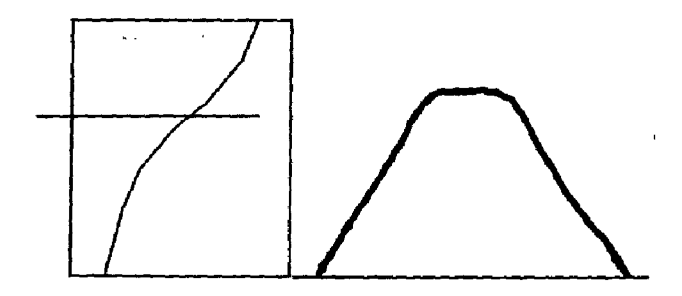
- شكل خط بيانى مقعر وتحدث هذه الحالة عندما يكون للتوزيع عدم تماثل سالب، أى له طرف طويل إلى يسار الوسط.



- شكل خط بيانى كحرف (S) وتحدث هذه الحالة عندما يكون للتوزيع نهاية منتشرة ووسط متميز.



- شكل خط بياني كحرف (S) مقلوب وتحدث هذه الحالة عندما يكون للتوزيع طرفان مقطوعان وقمة مستوية.



4. تحديد مقدرة العملية الإنتاجية، أى (6σ) من خلال المسافة بين تقاطع الخط البيانى الحاصل من رسم قيم مراكز الفئات مع الخطوط التى تمثل ±(3) الانحراف المعيارى. وكذلك تحديد قيمة المتوسط الحسابى للتوزيع من خلال القيمة التى تقابل نقطة تقاطع نسبة 50٪ مع الخط المشار إليه. وجدير بالإشارة بصدد التحديدين أن التقدير يكون أقرب للرقم الحقيقى عندما يكون حجم العينة كبيراً والعكس صحيح.
5. حساب النسبة المئوية للمعيبات، أي الإنتاج خارج حدود التفاوت ويتم ذلك بتحديد القيمة المقابلة لنقطة تقاطع الخط المرسوم مع حدي الضبط العلوى (UTL) والسفلى(LTL).

7.6 حالة دراسية Case Study :

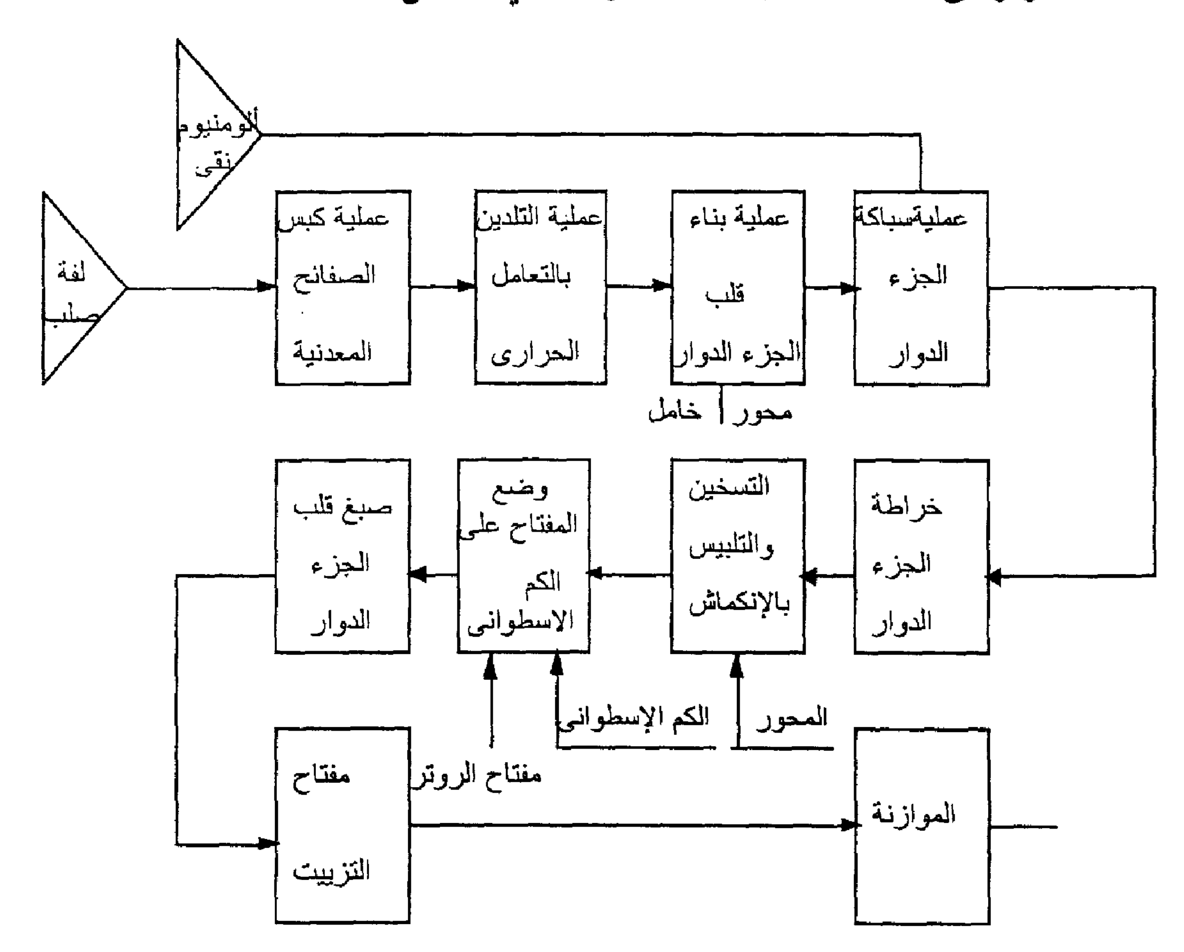
بغية ترجمة المفاهيم والقواعد الرياضية المشار إليها في البنود 2.6، 4.6، 5.6، 6.6 تم أخذ قلب الجزء الدوار (RotorCore) من محرك كهربائى (Electrical Motor)

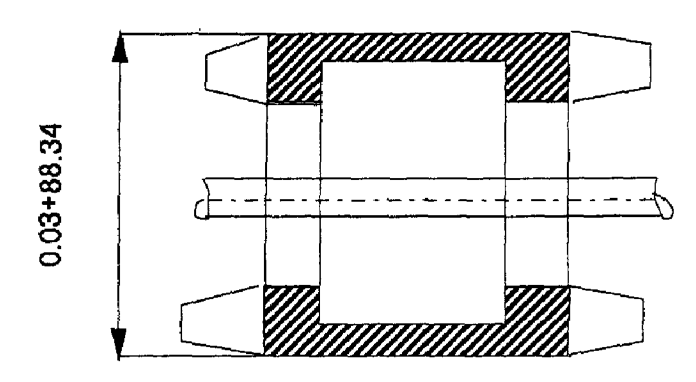
لغرض مراقبة مقدرة العملية الإنتاجية على تحقيق بعد القطر النهائي المحدد من قبل المصمم البالغ 88.34±0.03 مم نظراً لأهمية هذا القياس لإنتظام عمل المحرك لأنه يحدد المسافة بين الجزء الدوار (الروتر) وملفات الجزء الثابت (الستيتر) وذلك لأن لدقة هذه المسافة علاقة مباشرة باشتغال المحرك (دوران المحرك) من عدمه، علاوة على:

- كفاية أداء المحرك.
- اختفاء الصوت الكهربائى أثناء الأشتغال.
- إطالة عمر المحرك.

ولتحقيق الغرض المشار إليه في أعلاه اتبعت الخطوات الآتية:

أولاً: التعرف على الرسم التصميمى لقلب الجزء الدوار (الروتر) والمسلك التكنولوجى المعتمد لتصنيعه وكما هو مبين في الشكل (6-17).





شكل (17.6) الجزء الدوار في المحرك الكهربائي والمسلك التكنولوجي لتصنيعه

ثانيًا: تم أخذ عينة بحجم (5) مفردات كل ساعتين من الخط الإنتاجي ولمدة (5) أيام وكانت نتائج القياسات كما في الجدول (2.6).

جدول (2.6) المتوسط والمدى لمفردات عينات القطر النهائي للجزء الدوار

العينات	قياسات مفردات العينة					المتوسط	المدى
	1	2	3	4	5	$\bar{X}$	R
1	88.31	88.34	88.35	88.36	88.33	88.34	0.05
2	88.37	88.38	88.36	88.35	88.34	88.34	0.04
3	88.34	88.38	88.35	88.33	88.34	88.35	0.05
4	88.31	88.33	88.36	88.37	88.38	88.35	0.07
5	88.33	88.36	88.37	88.37	88.35	88.36	0.04
6	88.31	88.32	88.34	88.35	88.33	88.33	0.04
7	88.32	88.33	88.37	88.35	88.34	88.34	0.05
8	88.37	88.35	88.33	88.34	88.35	88.35	0.04
9	88.33	88.35	88.34	88.37	88.32	88.34	0.05
10	88.31	88.34	88.36	88.36	88.35	88.34	0.05
11	88.33	88.34	88.36	88.35	88.32	88.34	0.04
12	88.32	88.31	88.34	88.36	88.36	88.34	0.05
13	88.37	88.36	88.34	88.33	88.35	88.35	0.04
14	88.33	88.36	88.35	88.34	88.33	88.34	0.03
15	88.31	88.32	88.33	88.34	88.34	88.33	0.03
16	88.32	88.31	88.31	88.34	88.32	88.32	0.04
17	88.34	88.36	88.35	88.36	88.32	88.35	0.04
18	88.33	88.36	88.35	88.33	88.34	88.34	0.03
19	88.35	88.34	88.32	88.36	88.37	88.35	0.04
20	88.35	88.35	88.36	88.34	88.32	88.34	0.04
المجموع						1766.84	0.86

ثالثًا: يرسم مدرج التكرار للبيانات ووفقًا للخطوات التالية:

1. نحسب المدى (R) فأكبر البيانات في الجدول (2.6) هي 88.38 وأصغرالبيانات هى 88.31 وعليه فإن المدى يساوى 0.07.

المدى = $88.38 - 88.31 = 0.07$

2. يحسب طول الفئة (h) كخارج قسمة المدى على عدد الفئات. وهذا يستدعي تقسيم البيانات إلى عدد من الفئات وفي حالتنا الدراسية هذه فإن عدد الفئات هى (8) فئات وكما هى عليه في الجدول (3.6).

جدول (3.6) فئات البيانات وقيمة التكرار

حدود الفئات	وسط الفئة	التكرار	قيمة التكرار
88.315-88.305	88.31	卌 |||	8
88.325-88.315	88.32	卌 卌	10
88.335-88.325	88.33	卌 卌 卌		16
88.345-88.335	88.34	卌 卌 卌 卌	20
88.355-88.345	88.35	卌 卌 卌 |||	18
88.365-88.355	88.36	卌 卌 卌		16
88.375-88.365	88.37	卌 ||||	9
88.385-88.375	88.38	|||	3

لهذا فإن طول الفئة يساوى 0.01

$$h = \frac{0.07}{8} \cong 0.01$$

3. ولضمان عدم وقوع أى رقم من أرقام البيانات على الحد الفاصل بين الفئتين يتعين إيجاد الحد الأدنى للفئة الأولى. ويتم ذلك بطرح حاصل قسمة 0.01 على (2)، أى 0.005 من أصغر رقم في البيانات (88.31) وبهذا تكون قيمة الحد الأدنى للفئة الأولى هي:

$88.31 - 0.005 = 88.305$

أما قيمة الحد الأعلى للفئة الأولى فيتم تحديدها بإضافة طول الفئة المحسوب على الحد الأدنى للفئة وكما يلي:

الحد الأعلى للفئة الأولى = 88.305 + 0.01 = 88.315

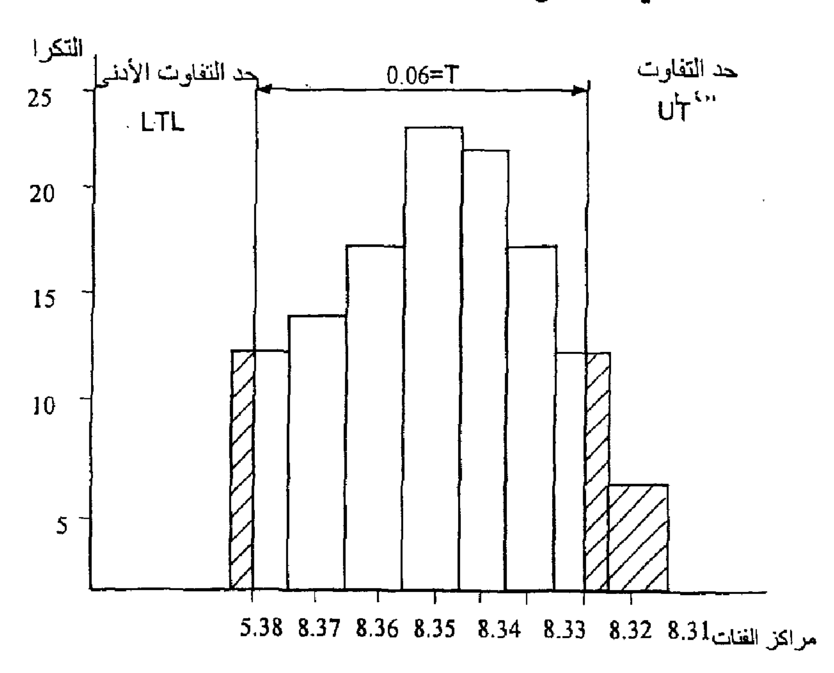
وجدير بالإشارة إلى أن الحد الأعلى لأية فئة هو الحد الأدنى للفئة التالية له مباشرة وهكذا بالتتابع ولحد التوصل لفئة أكبر من أعلى رقم في الجدول (2.6)، أي 88.38 والرقم 88.385 هو أكبر منه، لهذا نتوقف عند هذه الفئة.

4. يحسب مركز الفئة كمتوسط حسابي لحاصل جمع الحدين وكالآتي:

$$\text{مركز الفئة الأولى} = \frac{88.315+88.305}{2} = 88.310$$

5. إيجاد قيمة التكرار لكل فئة من خلال تحديد موقع كل رقم من أرقام البيانات ضمن الفئات المحددة وجمع عددها.

6. واستناداً لمعلومات الجدول (3.6) والمواصفات المحددة للمنتج (17.6) يرسم مدرج التكرار وكما في الشكل (18.6).



شكل (18.6) مدرج التكرار

رابعًا: حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_p)

كما ذكر سابقاً، أن هذا المؤشر هو حاصل قسمة التفاوت بموجب الخارطة التصميمية (T) على (6) أضعاف الانحراف المعياري (σ) وذكر أيضًا أن (6) أضعاف الانحراف المعياري تساوي حاصل ضرب متوسط المديات ($\bar{R}$) في 2.6 أولاً وكما يلي:

$$0.043 = \frac{0.86}{20} = \bar{R}$$

$$0.11 = 0.043 \times 2.6 = \sigma 6$$

$$0.55 = \frac{0.06}{0.11} = Cp$$

خامسًا: يتم رسم لوحتي المتوسط والمدى:

1. معلومات لوحة المتوسط

$$88.34 = \frac{1766.83}{20} = \bar{\bar{x}} = CL$$

$$88.37 = 0.043 \times 0.577 + 88.34 = UCL$$

$$88.31 = 0.043 \times 0.577 - 88.34 = LCL$$

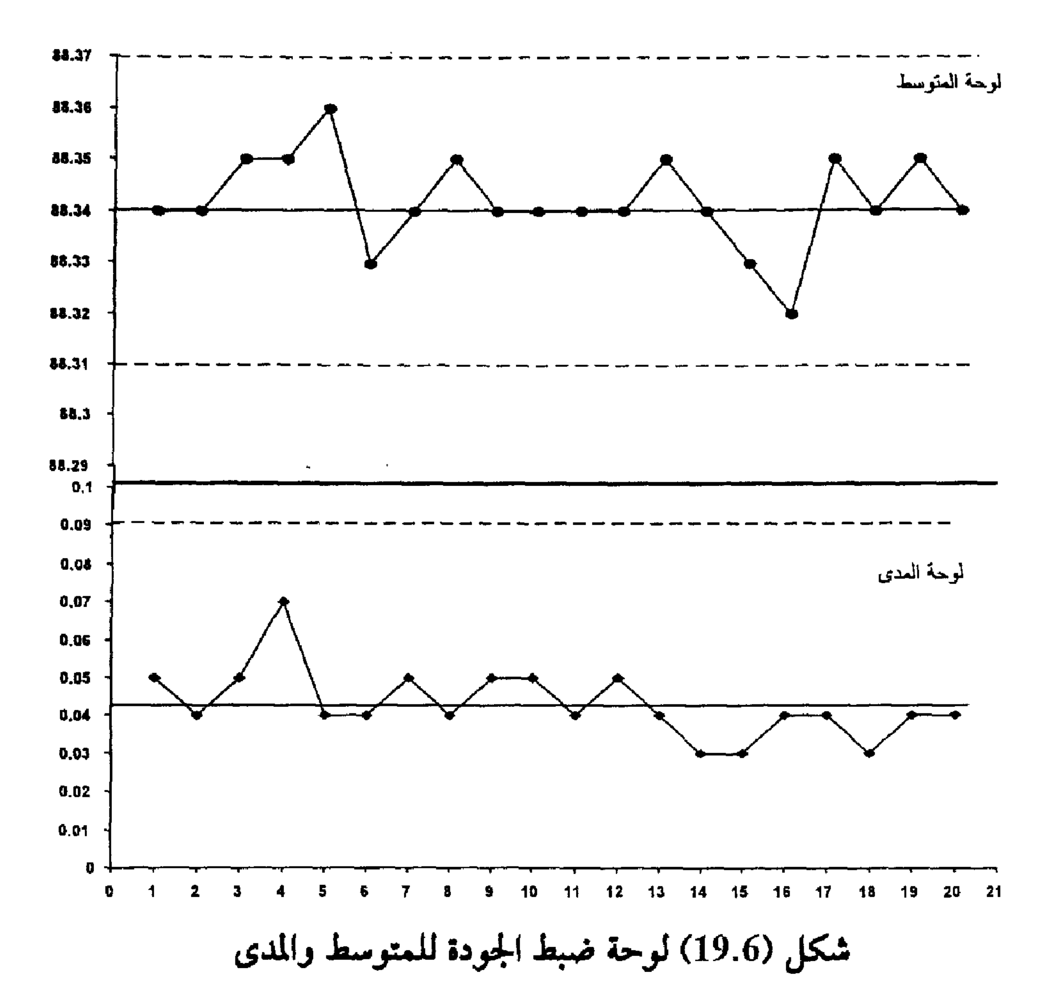
2. معلومات لوحة المدى:

$$0.042 = \bar{R} = CL$$

$$0.091 = 2.115 \times 0.043 = UCL$$

$$0 = 0 \times 0.043 = UCL$$

بناءً على هذه المعلومات ترسم اللوحتان وكما في الشكل (19.6).



شكل (19.6) لوحة ضبط الجودة للمتوسط والمدى

سادسًا: ترسم ورقة الاحتمالات الطبيعي ويتم تحديد نسب المعيب المتوقعة في الإنتاج بعد حساب مركز الفئة والتكرار وقيمة الاحتمال الطبيعى ($\overline{P}$) وكما في الجـدول (4.6) والمخطط (1).

جدول (4.6) قيمة الاحتمال الطبيعي ($\overline{P}$)

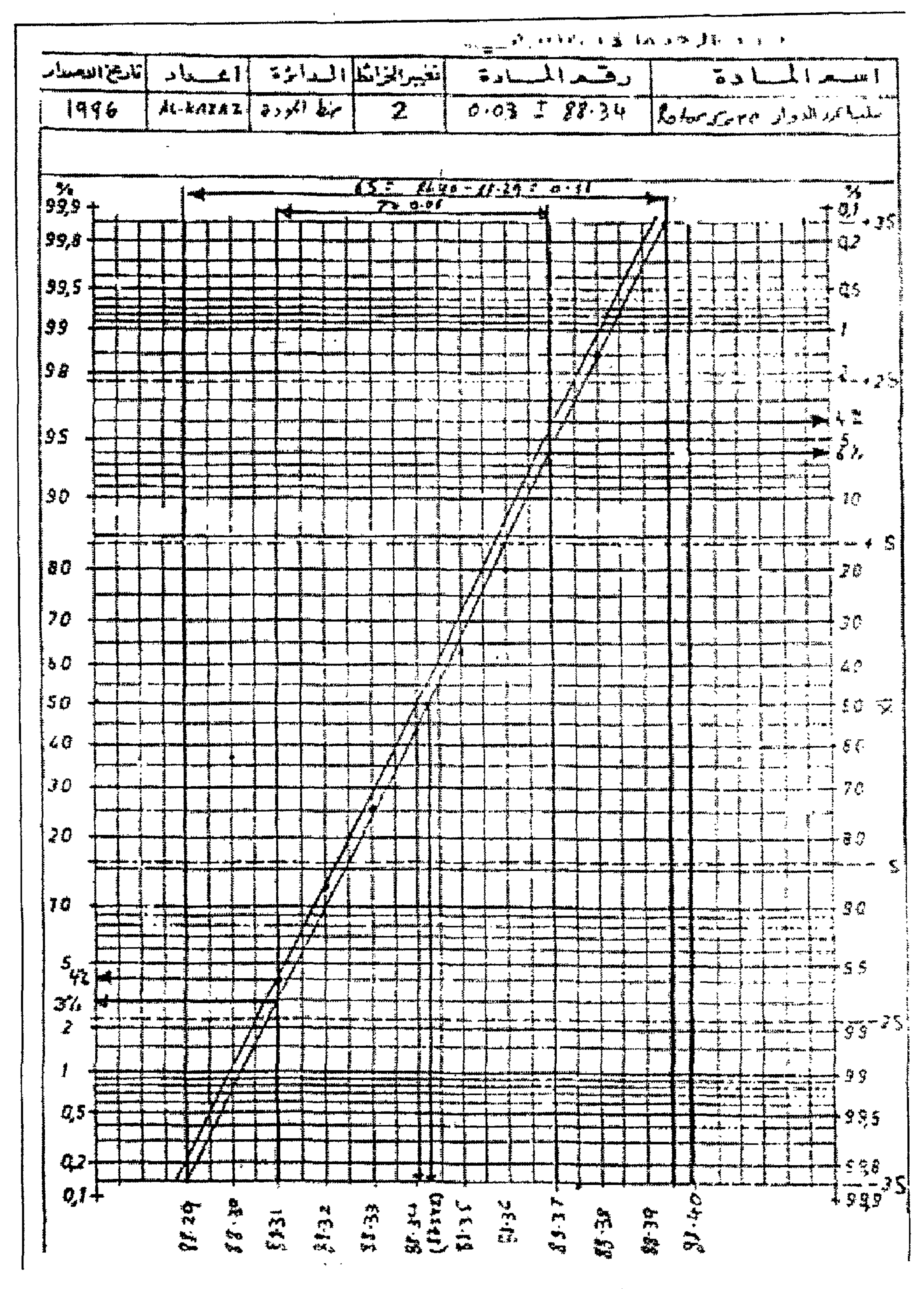
$\overline{P}=\frac{100}{N}(\bar{j}-0.5)$	$\bar{j}$	j	التكرار	مركز الفئة
$4=(0.5-4.5)\times\frac{100}{100}$	4.5	8-1	8	88.31
13=(0.5-13.5)×1	13.5	18-9	10	88.32
26=(0.5-26.5)×1	26.5	34-19	16	88.33
44=(0.5-44.5)×1	44.5	54-35	20	88.34

مركز الفئة	التكرار	j	$\bar{j}$	$\bar{P} = \frac{100}{N}(\bar{j} - 0.5)$
88.35	18	72-55	63.5	63=(0.5-63.5)×1
88.36	16	88-73	80.5	80=(0.5-80.5)×1
88.37	9	97-89	93	92.5=(0.5-93)×1
88.38	3	100-98	99	98.5=(0.5-99)×1

من المدرج شكل (18.6) ولوحتى المتوسط والمدى شكل (19.6) وورق الاحتمالات الطبيعى المخطط (1) تبدو الحقائق الآتية:

1. على الرغم من أن مدرج التكرار شكل (18.6) المرسوم للعينة المأخوذة يظهر أن معظم البيانات تقع داخل حدود التفاوت، إلا أن المخطط (1) يبين أن انتشار العملية (6σ) أكبر من مدى التفاوت لأن مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية (C_p) يساوى 0.55.
2. بغض النظر عن ما أظهرته لوحتا المتوسط والمدى شكل (19.6) من عدم وقوع أية نقطة خارج حدي الضبط في كلتا اللوحتين إلا أنهما لم تعطيا صورة حقيقية عن علاقة البيانات بحدود التفاوت إنما أوضحتا فقط أن العملية الإنتاجية واقعة تحت الضبط الإحصائى.
3. من المخطط (1) يبدو أن الإنتاج موزع توزيعًا طبيعيًا لأن الخط الواصل بين النقاط هو خط مستقيم. ويبدو كذلك أن متوسط التوزيع يساوى 88.342 وهو قريب جدًا من البعد الاسمى المحدد من قبل المصمم والبالغ 88.34 مم.
4. ومن المخطط (1) يظهر أيضًا أن نسبة المعيبات خارج الحد الأعلى للتفاوت هى 6٪ وخارج الحد الأدنى للتفاوت 3٪ وجدير بالإشارة أن إزاحة المتوسط إلى البعد الاسمى بمقدار 0.002 مم يؤدى إلى خفض نسبة المعيب خارج الحد الأعلى إلى 4٪.

(88.342-88.34=0.002مم)



مخطط- 1- ورق الاحتمالات الطبيعي

أسئلة وتمارين الفصل السادس

1. الوزن التصميمي لعبوة الحليب هو 1000±5 غم وبعد أخذ عشـر عينـات يتـألف كل منها من 5 مفردات وجد أن متوسط المديات $\overline{R}=5$ غم. احسب مؤشر مقدرة ماكنة تعبئة الحليب Cp وبين هل أن الماكنة قادرة على المحافظة على المواصفات أم لا؟

2. ملف كهربائي مقاومته حسب المواصفة 50±2.5 أوم. تم قيـاس مقاومـة 50 ملفـاً والحصول على القيم التالية (أوم):

49	52	51	50	49	46	50	53	51	52	52	50	50	50
48	53	51	51	50	50	48	49	50	50	50	50	47	53
50	51	48	49	50	51	52	50	49	52	51	50	49	49
						51	48	50	51	50	50	48	49

بالرجوع إلى الجدول وباستخدام ورق الاحتمالات الطبيعي بين ما يلي:

أ. هل إن البيانات تتوزع بموجب التوزيع الطبيعي؟ (استخدم عدد الفئات 7).

ب. قيمة الوسط الحسابي للتوزيع $\bar{x}$.

جـ. قيمة الانحراف المعياري σ.

د. مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية Cp.

هـ. نسبة الإنتاج خـارج الحـد الأعلـى للتفـاوت UTL وخـارج الحـد الأدنـى للتفاوت LTL.

3. البيانات التالية تمثـل وزن 16 عينـة مـن مشـبك الرصـاص المسـتخدم في صـناعة النضائد والذي وزنه التصـميمي 160±6 غـم. فهـل إن ماكنـة صـب المشـبكات مقتدرة على تحقيق المواصفات؟ وهل يجب اتخاذ إجراء ما؟

مسلسل	الـــــــوزن [غم]				
	X1	**X2**	**X3**	**X4**	**X5**
1	163	162	165	166	160
2	167	161	163	154	167
3	161	159	158	160	156
4	163	159	160	161	162
5	165	164	166	167	162
6	160	161	159	162	158
7	158	159	157	154	156
8	156	155	156	154	158
9	162	161	159	160	163
10	165	161	158	163	154
11	159	160	161	158	156
12	157	162	161	158	159
13	159	161	160	163	162
14	164	163	165	166	162
15	159	160	162	161	158
16	158	161	160	158	159

4.جزء ينتج على ماكنة خراطة له بعد تصميمي 40±0.1 مم سحبت منه 10 عينات يتألف كل منها من 5 مفردات وحسب مدى كل منها ثم حُسب الوسط الحسابي للمديات العشر فكان يساوي 0.069 مم. ما هو مؤشر مقدرة ماكنة الخراطة المذكورة Cp وبين مدلول ذلك؟

5. قطعة مستطيلة من الصلب طولها 12.6±0.3 مم يتم إنتاجها على ماكنة تقطيع. جرى قياس 100 قطعة منها وتحليل نتائج القياس بشكل الجدول التكراري التالي:

مراكز الفئات	12.35	12.40	12.45	12.50	12.55	12.60	12.65	12.70	12.75	12.80
التكرار	2	4	7	16	18	28	14	6	4	1

والمطلوب معرفة ما يلي:

أ. هل أن القياسات موزعة طبيعياً أم لا؟

ب. ما هو الوسط الحسابي لطول القطعة $\bar{x}$؟

جـ. ما هي نسبة الإنتاج التآلف ونسبة الإنتاج المعاد عمله؟

د. ما هو مقدار الانحراف المعياري للتوزيع؟

هـ. ما مقدار مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية Cp؟

6. في شركة لإنتاج الطابشير الخالي من الغبار، دلت الخبرة السابقة على أن الإنتاج يكون بموجب المواصفات إذا كانت الكثافة من 4.4- 5.04 غم/ سم3. فإذا كان الوسط الحسابي لوزن 100 نموذج يساوي 4.8 غم/ سم3 والانحراف المعياري يساوي 0.2 فهل تنتج العملية بموجب المواصفات المطلوبة؟ وإذا لم تكن فما مقدار الوسط الحسابي المستهدف؟ هل أن العملية مقتدرة على تحقيق المواصفات (المطلوب حساب مؤشر مقدرة العملية Cp)؟

7. المواصفة التصميمية لقطر محور في ماكنة معنية هي 1140±10 مم حيث يتم إتلاف المحاور التي يقل قطرها عن 1130مم أما المحاور التي قطرها أكبر من 1150مم فيعاد عملها. إن كلفة إعادة العمل مساوية لكلفة التصنيع. فإذا كان المتوسط العام للإنتاج μ= 1145 مم والانحراف المعياري σ = 3.5 مم..

والمطلوب:

أ. تحديد نسبة التآلف واعادة العمل على اعتبار أن القياس موزع توزيعًا طبيعيًا.

ب. حساب مؤشر مقدرة العملية الإنتاجية Cp وهل أن العملية قادرة على تحقيق المواصفة.

الفصل السابع

التفتيش بالعينات

Sampling Inspection

الفصل السابع

التفتيش بالعينات

7.1 مفهوم التفتيش بالعينات واهميته

The Concept & importance of Sampling inspection

كما معلوم لدى العاملين في حقل ضبط الجودة في الشركات الصناعية، ان مفهوم التفتيش بالعينات متمثل بعملية تقييم جزء من الانتاج من خلال اخذ عينات لاتخاذ قرار بقبول او رفض الانتاج بالكامل على اساس مطابقته او عدم مطابقته لمواصفات الجودة المحددة له. وقد أكدت التجارب الميدانية أن اهمية هذه الممارسة، أي تفتيش الانتاج بالعينات تكمن بما تحققه من مكاسب يمكن ايجاز اهمها بالنقاط الاتية:

- رفض الدفعات غير المطابقة للمواصفات، الامر الذي يؤدي إلى تنبيه الإدارة العليا في الشركة على معوقات تحقيق الجودة. وهذا، كما معروف، محفز فاعل لتكثيف البحوث والدراسات بغية التوصل للسبل العملية للوقاية من التلف في اثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية.
- لا يحتاج التفتيش بالعينات إلى وقت كبير بالمقارنة مع التفتيش بنسبة 100٪، لهذا فانه يساعد على تنظيم برامج التجهيز، علاوة على مواجهة مشكلة الملل الذي ينتاب القائمين بالتفتيش بنسبة 100٪، فضلاً عن تقليل الاخطاء المترتبة عليه.
- لا يستدعي عدداً كبيراً من المفتشين ويقلل من حالات تعرض المنتوج للاضرار في اثناء المناولة، الامر الذي يسهل مهمة ادارتهم ويقلل من نسبة المعيب.
- ممارسة هذه الطريقة تتطلب دراسة مستوى الجودة المطلوب فعلاً من قبل المستهلك، ومن المؤكد ان نتائج هذه الدراسة الميدانية هي المدخل الصحيح للتخطيط الهادف الى الجودة.

ومن البديهي، ان ما تقدم من معطيات ينعكس يقيناً على خفض تكاليف الانتاج. وقد اثبتت الخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة ان تأثير التفتيش بالعينات في خفض الكلف يكون اكبر إذا سبقه اعتماد الشركة برنامجاً للوقاية من التلف مصاغ بشكل يحقق المستوى المقبول لجودة المطابقة. ويتعين التنويه الى ان هذا الاسلوب على الرغم من تحقيقه لما سلف من معطيات تسجل عليه سلبيات هي عدم اعطائه الحكم على المنتوج المرفوض من حيث ملائمته للاستعمال من عدمها، فضلاً عن ان قرار قبول الدفعات الانتاجية او رفضها يحمل بين جوانبه مجازفة معينة، وعلى أي حال يتوجب استخدام التفتيش بالعينات في الحالات الاتية:

- عندما يكون التفتيش اتلافياً.
- اذا كانت كلفة التفتيش اعلى بكثير من الضرر الناجم عن وصول بعض المنتجات المعيبة للمستهلك.
- عندما تكون طبيعة التفتيش بنسبة 100٪ وطريقته رتيبة ويتسبب بنتيجتها اخطاء تفتيشية.

7.2 خطط اخذ العينات Sampling Plans

من الثابت عملياً ان اتخاذ القرارات بصدد تحسين جودة المنتجات يعتمد على نتائج التفتيش النوعي، أي بيانات عملية التفتيش في اثناء الانتاج وبعد الانتهاء منه. ومن البديهي ان تفتيش كل وحدة منتجة عملية تستدعي الكثير من الوقت والكلف، لهذا تقوم الشركات الصناعية بتجميع البيانات الضرورية لاتخاذ قرار تحسين الجودة من خلال أخذ عينات وبحساب مقاييس التمركز والتشتت للعينات تقف على خصائص المجتمع بالكامل. وجدير بالاشارة الى وجوب اخذ العينات من مجتمعين مختلفين بعض الشيء ولهدفين متباينين نوعما والمتمثلين بما يأتي:

1. إذا كان الهدف استخدام البيانات في اتخاذ قرار قبول الدفعة او رفضها تعد الدفعة هي المجتمع وتؤخذ عينة منها للقياس.
2. إذا كان الهدف استخدام البيانات لتطوير او تنظيم العملية الانتاجية او تصحيح انحراف معين فيها تعد عملية الانتاج هي المجتمع وتؤخذ عينة من إحدى دفعاتها للقياس.

وبصدد طبيعة المجتمعات ونوعها فانها بنوعين اساسيين ايضاً هما:

- مجتمع محدود ويتحقق عندما تكون الدفعة محددة دائماً كأن تكون (6000) مصباح أو (1000) مضخة ماء.
- مجتمع لا نهائي ويتحقق عندما تكون الدفعة الواردة من العمليات الانتاجية غير محدودة العدد.

والشكل (7-1) يوضح العلاقة بين العينة والمجتمع، فضلاً عن تبيان الغرض الرئيس من أخذ العينات.

شكل (7-1) علاقة البيانات بالعينة والمجتمع

سبب أخذ العينة	المجتمع	العينة	البيانات
اتخاذ اجراء فيما يخص عملية الانتاج مثل: مراقبة العملية. - تحليل العملية. - اجراء تجربة.	عملية	دفعة ← عينة، اخذ العينات، اجراء	القياس، بيانات
اتخاذ اجراء فيما يخص الدفعـة، أي قبـول او رفض الدفعة.	دفعة	عينة، اخذ العينات، اجراء	القياس، بيانات

7.3 ضوابط اخذ العينات Sampling controls

كما معروف لدى العاملين في نشاط ضبط الجودة في الشركات الصـناعية عـدم حصول تطابق في البيانات التي تجمـع بنتيجـة قيـاس العينـات لوجـود جملـة مسببات للتشتت في العمليات الانتاجية وحتى عندما تكون ظروف الانتاج تحت الضبط. ولهذا تظهر بعض الاختلافات بين الدفعات وكذلك بـين المنتجـات مـن الدفعـة نفسـها وفي بعض الاحيان في المنتوج الواحد نفسه. ومعلوم لديهم ايضاً، ان التشتت بين الدفعات

والعمليات يأخذ، وبالحالة العامة، صيغة توزيع تكراري. ولاحكام السيطرة على مسببات التشتت والحد من تأثيرها المباشر ينبغي مراعاة الضوابط الاتية:

- التأكد من ان العينة تمثل الدفعة بدقة، وهذا يستدعي عدم اخذ العينات من جزء واحد من الدفعة.
- أخذ العينات بصورة عشوائية وباوقات غير منتظمة.
- تحديد معالم التوزيع من خلال أيجاد الوسط الحسابي، أي القيمة التي تحدد موقع التكرار وايجاد التباين او الانحراف المعياري، أي القيمة التي تحدد التشتت.
- تقييم دفعة معينة من خلال التخمين المسبق للتوزيع التكراري لها ومقارنتها بالنتائج الفعلية أي قيمة الوسط الحسابي والتشتت للتوزيع.
- مراعاة الاعتبارات الاقتصادية والفنية والاحصائية عند تحديد حجم العينة وعدد العينات شريطة احكام الموازنة بين هذه الاعتبارات ودرجة الدقة المطلوبة لاتخاذ الإجراءات التصحيحية الفاعلة.

ومما يتوجب ذكره بهذا الصدد، ان البيانات المتأتية بنتيجة قياس العينات تختلف عن البيانات لكامل الدفعة او المجتمع. وعليه يتعين الانتباه الى عدم المزج بين الحالتين واعتبارهما كيفية واحدة. وبهدف الابتعاد عن ذلك يتوجب اعتماد الرموز المبينة في الجدول (7-1) عند توثيق نتائج القياس.

جدول (7-1) رموز المقادير الإحصائية للمجتمع والعينة

المقادير الاحصائية	رمز المجتمع	رمز العينة
المتوسط الحسابي	μ	$\overline{X}$
التباين	σ^2	S^2
الانحراف المعياري	σ	S

7.4 انواع العينات Types of samples

من الثابت علمياً وجوب اخذ العينات بصورة عشوائية على شرط ان تكون لكل مفردة في المجتمع الفرصة نفسها لكي تتضمنها العينة وباحتمالية متساوية بغض النظر عن موقع المفردة او مظهرها، فضلاً عن ضرورة ان يكون كل جزء في المجتمع عرضة لاختياره كعينة. وتلجأ الشركات الصناعية إلى اتباع عدة اساليب كمحاولة للتجاوب مع اغلب الاشتراطات منها:

- استخدام جداول الارقام العشوائية كما مبين في الجدول (26)، حيث ترقم المنتجات التي ستؤخذ عينة عشوائية منها وكذلك الارقام التي تختار عشوائياً في الجدول ويتعين الانتقال بين سطور الجدول من الاعلى إلى الاسفل ومن اليمين الى اليسار حتى يتم اكمال العدد المطلوب من مفردات العينة.
- الاستعانة بأجهزة للحصول على ارقام عشوائية، كتلك المستخدمة في سحب اليانصيب، لكي يتم بموجبها اختيار مفردات العينة، واحياناً يستعمل زهر الطاولة لهذا الغرض ايضاً.

وفي حالة تعذر أخذ عينة عشوائية بسيطة من المجتمع تلجأ الشركات إلى أخذ عينة نظامية من خلال سحب مفردات تفصل بينها فترة زمنية محددة وبشكل منتظم. وعلى سبيل المثال في حالة اتخاذ قرار بأخذ عينة بحجم (5) مفردات من دفعة انتاجية تتألف من (150) مفردة تتبع الخطوات الاتية لسحب مفردات العينة:

- ترقم مفردات الدفعة من (1) وإلى (150).
- تؤخذ المفردات بنسبة حجم العينة إلى حجم الدفعة. وفي هذا المثال فان النسبة هي (5) إلى (150)، أي (1) إلى (30).
- تسحب اول مفردة من مفردات العينة وهي المفردة رقم (5) مثلاً يليها المفردة رقم (35) ....الخ. وبهذا تكون ارقام مفردات العينة هي 5، 35، 65، 95، 125.

7.5 انواع الخطأ في عملية اخذ العينات Sampling errors

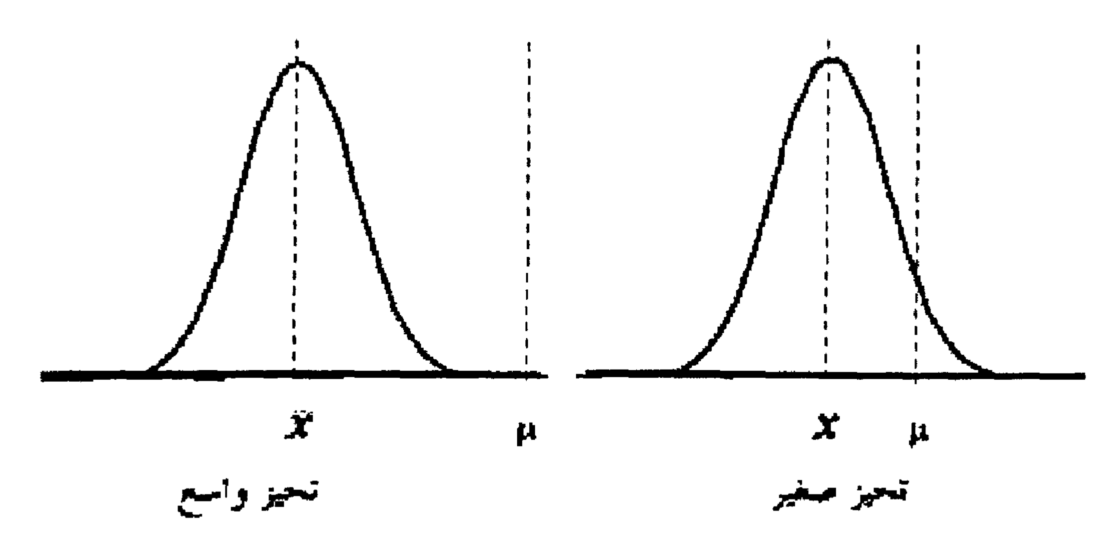
كما معلوم لدى العاملين في نشاط ضبطِ الجودة ان الخطأ في عملية اخذ العينات يكتشف عند حصول اختلاف بين نتائج تفتيش العينة وقيم تفتيش كامل الدفعة. والخطأ بنوعين اساسين هما:

1. التحيز (Bias)

يتمثل التحيز باختلاف متوسط العينة عن متوسط المجتمع ومسببات ظهوره متعددة وتعتمد على طريقة اخذ العينات وطبيعة الانتاج. وعلى سبيل المثال فان اسباب التحيز في صناعة تشكيل المعادن هي:

- الاقتصار على اخذ القطع الكبيرة من المنتوج او الاقتصار على اخذ العينة من جهة واحدة من قضبان الحديد المنتج.
- اخذ العينات في مرحلة من مراحل عملية الصهر.
- الاقتصار على اخذ العينات من سطح السائل المنصهر الساكن.

والشكل (7-2) يوضح موقع متوسط توزيع عينة متحيزة ($\bar{X}$) من موقع توزيع المجتمع (μ).



شكل (7-2) موقع متوسط توزيع عينة متحيزة

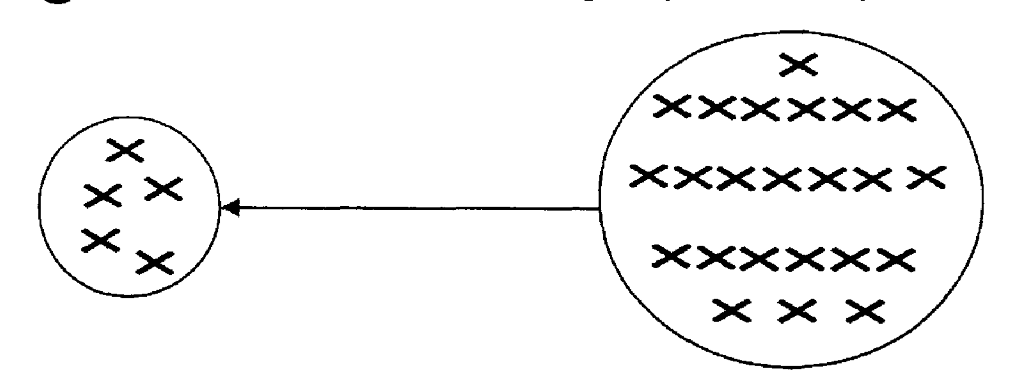
2. التشتت (Dispersion)

يظهر التشتت بعد تنظيم جدول التكرار للقيم المأخوذة بالتتابع من دفعة انتاجية واحدة ورسم المدرج التكراري بهدف حساب الانحراف المعياري لمدرج التكرار (S) للوقوف على درجة التقارب بين البيانات او تحديد متوسط قيم مدياتها (R). وتجدر الاشارة بهذا الصدد الى ان الوقوف على دقة عملية أخذ العينات من عدمها في هذه الحالة يستدعي اجراء دراسات متفحصة.

7.6 اسلوب اخذ العينات

هنالك عدة اساليب لأخذ العينات يعتمد كل منها على نوع الانتاج وطبيعته، علاوة على الهدف الرئيس من أخذ العينة وبالحالة العامة تعتمد الاساليب الاتية لاخذ العينات:

1. أخذ عينة بمرحلة واحدة من كامل الدفعة الانتاجية. والشكل (7-3) يوضح ذلك.

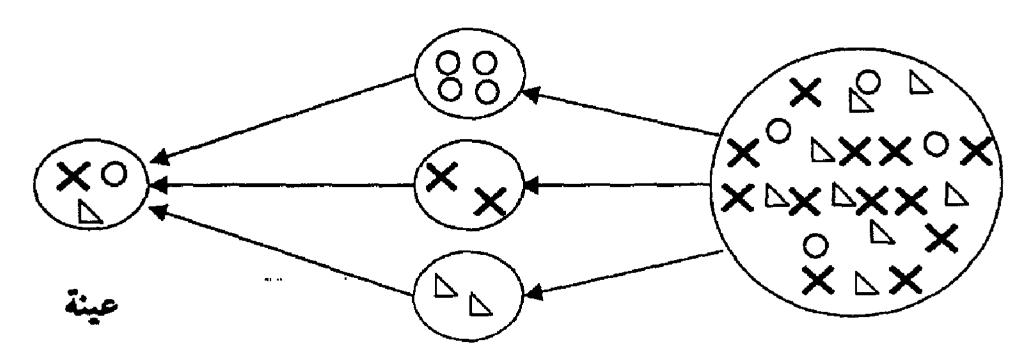


دفعة عينة

شكل (7-3) اسلوب أخذ العينات بمرحلة واحدة

2. أخذ عينة بمرحلتين من كامل الدفعة الانتاجة، حيث تؤخذ في المرحلة الاولى مفردات اولية من الدفعة بعد ذلك تؤخذ في المرحلة الثانية عينات ثانوية من المفردات الاولية. ولابد التنويه بهذا الصدد إلى ان هذا الاسلوب من أخذ العينات

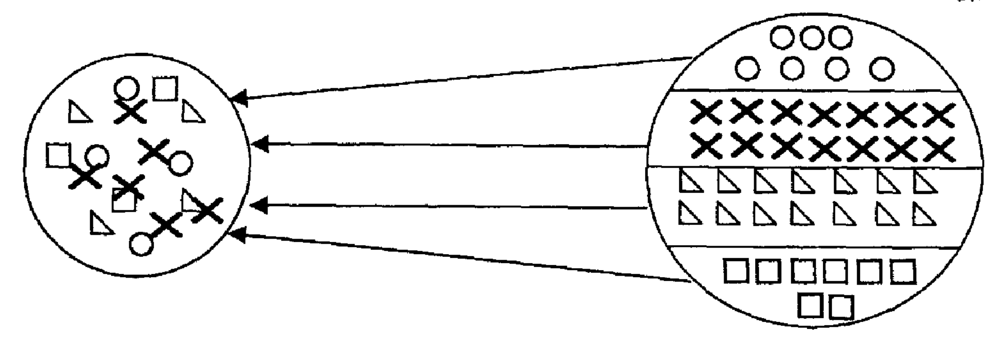
شـائع الاسـتعمال في الشـركات الصـناعية وبـالاخص في الصـناعات الهندسـية. والشكل (7-4) يوضح ما تقدم ذكره.



شكل (7-4) اسلوب اخذ العينات بمرحلتين

3. أخذ عينة من دفعة متراصفة بطبقات

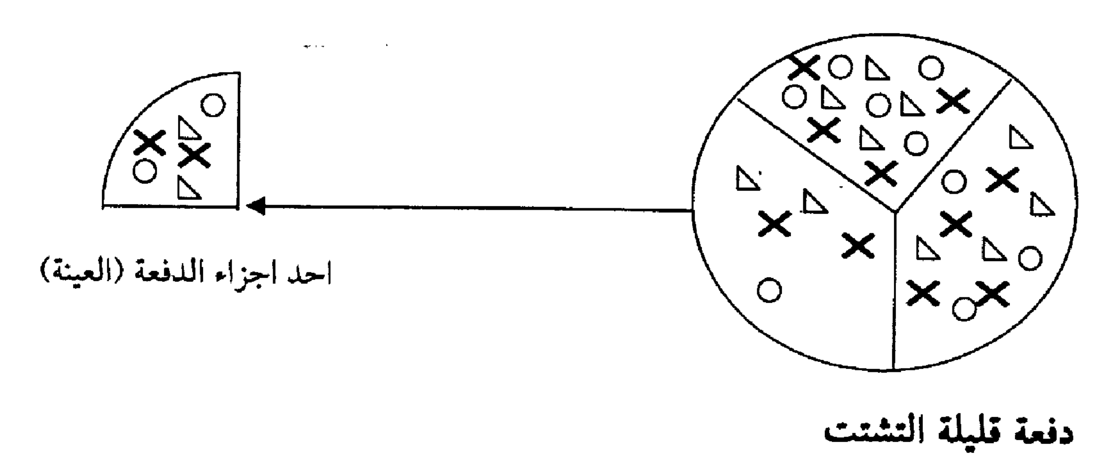
هذا الاسلوب من أخذ العينات يفترض ان الدفعة مقسمة إلى عدة طبقات ومن ثم اخذ مفردات العينة مـن كـل طبقـة بطريقـة عشـوائية. وجـدير بالـذكر، ان الدقـة الاجمالية لنتائج قياس العينات تعتمد بشكل اساس على طبيعة تجانس الطبقات فكلما كان التجانس بين الطبقات اكبر ستكون الدقة المتحققة اعلى والعكس وارد. والشـكل (7-5) يبين ذلك.



شكل (7-5) اسلوب اخذ عينة من دفعة متراصة بطبقات

4. أخذ عينات من دفعة مقسمة إلى اجزاء

بموجب هذا الاسلوب تقسم الدفعة إلى اجزاء ومن ثم يؤخذ احد اجزاء الدفعة كعينة تمثل الدفعة بالكامل. ولابد من الاشارة إلى وجوب الانتباه لمسألة توزيع الاجزاء بشكل مناسب لتقليل التشتت وذلك لان التجارب تشير إلى ان ضعف التناسب بين الاجزاء يؤدي إلى ظهور التحيز والشكل (7-6) يوضح ما ذكر.



شكل (7-6) اسلوب اخذ عينة من دفعة مقسمة إلى اجزاء

7.7 التفتيش بالعينات ومخاطرة المنتج والمستهلك Producers & Consumers Risk in sampling inspection

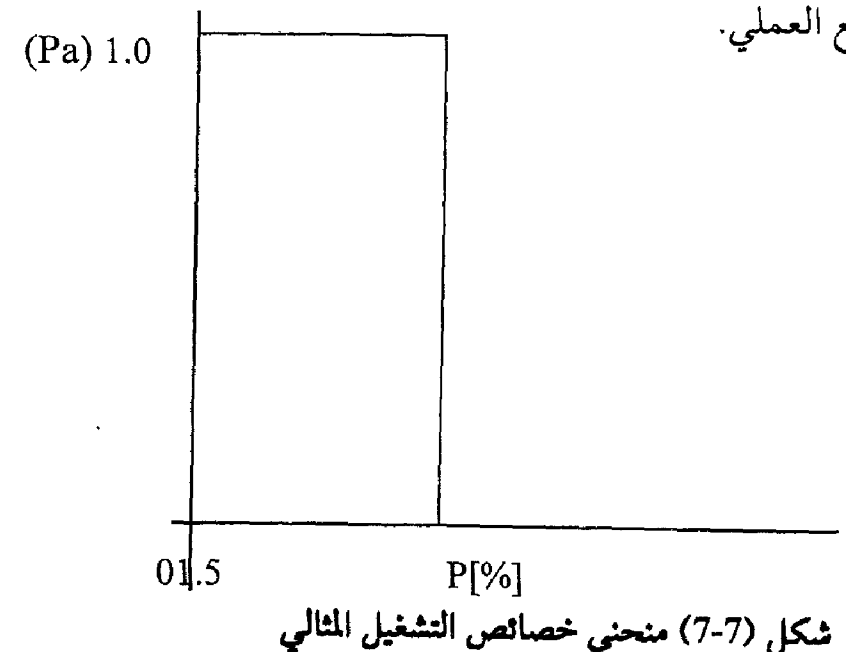
الخبرة العملية تفيد ان اتباع التفتيش بنسبة 100٪ يحمل بين جوانبه احتمال عبور بعض المفردات المعيبة من الدفعات الانتاجية، وذلك لان العينة احياناً لا تعكس بصورة كافية ظروف الدفعة الحقيقية هذا من جانب ومن جانب آخر، عندما يتم التفتيش بنسبة 100٪ فان الملل والرتابة يساعدان على اغفال القائم بالتفتيش بعض النواقص. من هنا يبدو بوضوح ان هناك نوعين من المخاطرة التي تصاحب عملية التفتيش بالعينات وهما:

1. رفض دفعات جيدة في حين كان من المفروض قبولها وتمثل هذه الحالة مخاطرة

المنتج وتسمى بالخطأ من النوع الاول ويرمز لها بالحرف (α) وتقابل احصائياً مبدأ رفض الفرضية وهي صحيحة.

2. قبول دفعات غير جيدة في حين كان من المفترض رفضها وتمثل في هذه الحالة مخاطرة المستهلك وتسمى بالخطأ من النوع الثاني ويرمز لها بالحرف (β) وتقابل احصائياً مبدأ قبول الفرضية وهي خاطئة.

وجدير بالذكر ان المخاطرتين يمكن التعبير عنهما بصيغة كمية من خلال رسم منحنى خصائص التشغيل (Operating Characteristics Curve-OC Curve) وهو شكل بياني يمثل الاحداثي السيني فيه قيمة النسبة المئوية للمعيب في الدفعات (p) والمحور الصادي احتمال قبول الدفعة (Pa). والشكل (32) يمثل منحنى خصائص التشغيل المثالي المتوخى منه قبول جميع الدفعات التي تحتوي على نسبة معيب قدرها 1.5٪ كحد اعلى، ولهذا ترفض جميع الدفعات التي تحتوي على أكثر من 1.5٪ من المعيبات. وعملياً يعني ما ذكر ان الدفعات التي تحتوي على اقل من 1.5٪ من المعيب لها احتمال قبول مؤكد ويساوي واحداً والدفعات التي تحتوي على اكثر من 1.5 معيب لها احتمال قبول قدره صفر ويتوجب التنويه بهذا الصدد الى صعوبة تحقق هذا المنحني في الواقع العملي.



شكل (7-7) منحنى خصائص التشغيل المثالي

اما منحنى خصائص التشغيل الاعتيادي فيتم رسمه بتعيين احتمال القبول لعدة قيم من نسب المعيب في دفعات المواد الواردة (P) لانه يمثل احتمال ان يكون عدد المعيب في العينة مساوياً الى رقم القبول لخطة التفتيش بالعينات او اقل منه. وجدير بالاشارة الى انه بالامكان الاستعانة بثلاثة توزيعات احتمالية لحساب احتمال القبول وهي:

- التوزيع الهندسي العالي (Hypergeometric)
- توزيع ذي الحدين (Binomial)
- توزيع بواسون (Poisson)

وقد اثبت الواقع العملي ان افضل توزيع هو توزيع بواسون في حالة توفر متطلبات تطبيقه لسهولة اجراء حساباته من جانب ودقة نتائجه من جانب آخر. والمعادلة المستخدمة لحساب الاحتمالات بتوزيع بواسون هي:

ولابد من الاشارة إلى ان الحصول على تقريب جيد للتفتيش بالعينات من

$$P(r) = \frac{e^{-np}(np)^{r}}{r!}$$

خلال توزيع بواسون يتطلب توفر الضوابط الاتية:

- ان يكون حجم الدفعة (10) امثال حجم العينة في الاقل.
- ان يكون حجم العينة (16) مفردة في الاقل.
- ان تكون قيمة (P) اصغر من 0.1.

وبالامكان حل المعادلة اما باستخدام الحاسبة اليدوية او بالاستعانة بالجدول (27) الذي يعطي احتمال وجود (r) او اقل من المعيب في عينة تتألف من (n) من المفردات ومأخوذة من دفعة تحتوي على (P) من المعيبات. وعلى سبيل المثال افترض

أن حجم عينة هو (125) مفردة ورقم القبول يساوي صفراً، فلايجاد احتمال قبول دفعة تحتوي على 4٪ معيب تتبع الخطوات الاتية:

1. ايجاد احتمال قبول الدفعة كما ياتي:

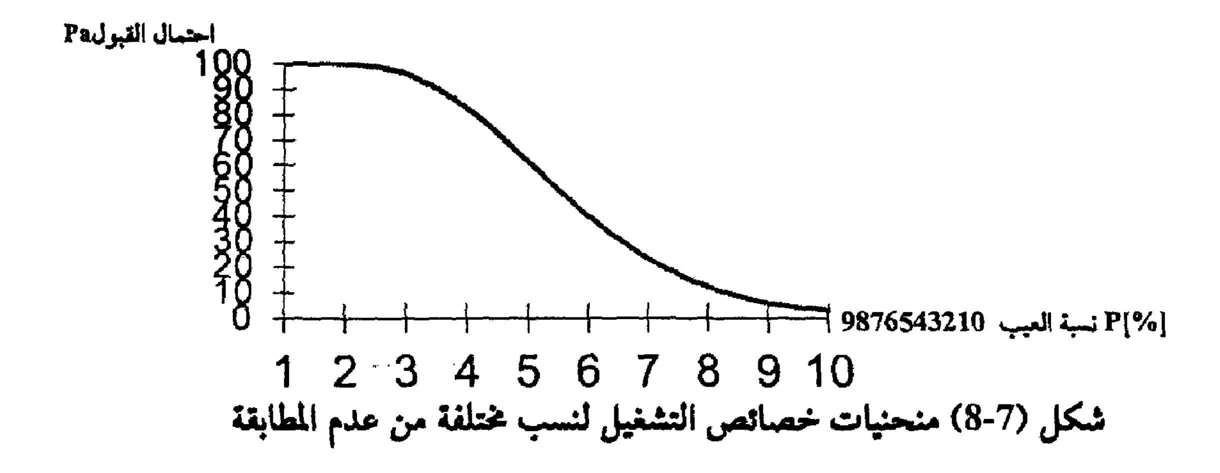
عدد المعيب = $P \times n = 0.04 \times 125 = 5$ مفردات

2. تحديد احتمال ظهور (5) مفردات معيبة او اقل من خلال الجدول (27) حيث يظهر منه ان الاحتمال هو (0.616).

ويتعين الاشارة إلى امكانية التوصل إلى النتيجة في اعلاه من خلال الشكل (33) بعد أيجاد احتمال القبول (Pa) للدفعات التي تحتوي على 4٪ من المعيب.

وقد اكد الواقع الصناعي وجود بعض المخاطر في رفض دفعة جيدة او قبول دفعة غير جيدة مهما كانت اجراءات التفتيش مشددة وأجهزة القياس دقيقة، لهذا فان افضل ما يمكن القيام به هو اتخاذ جميع الاجراءات التي تساعد بشكل فاعل على جعل قبول الدفعات الجيدة اكثر احتمالاً من قبول الدفعات غير الجيدة. وعلى سبيل المثال لتوكيد ما ذكر، تم اختبار عينة عشوائية بحجم (125) مفردة من دفعة معينة وكان شرط قبول الدفعة احتواء العينة على (5) مفردات معيبة كحد اعلى ورفضها اذا احتوت على (6) مفردات معيبة.

وتم رسم منحنى خصائص التشغيل (A) لحجم العينة (n)=125 وبرقم قبول (C) = 5 ولخطط تفتيش متباينة بنسبة المعيب وكما في الشكل (33).



شكل (7-8) منحنيات خصائص التشغيل لنسب مختلفة من عدم المطابقة

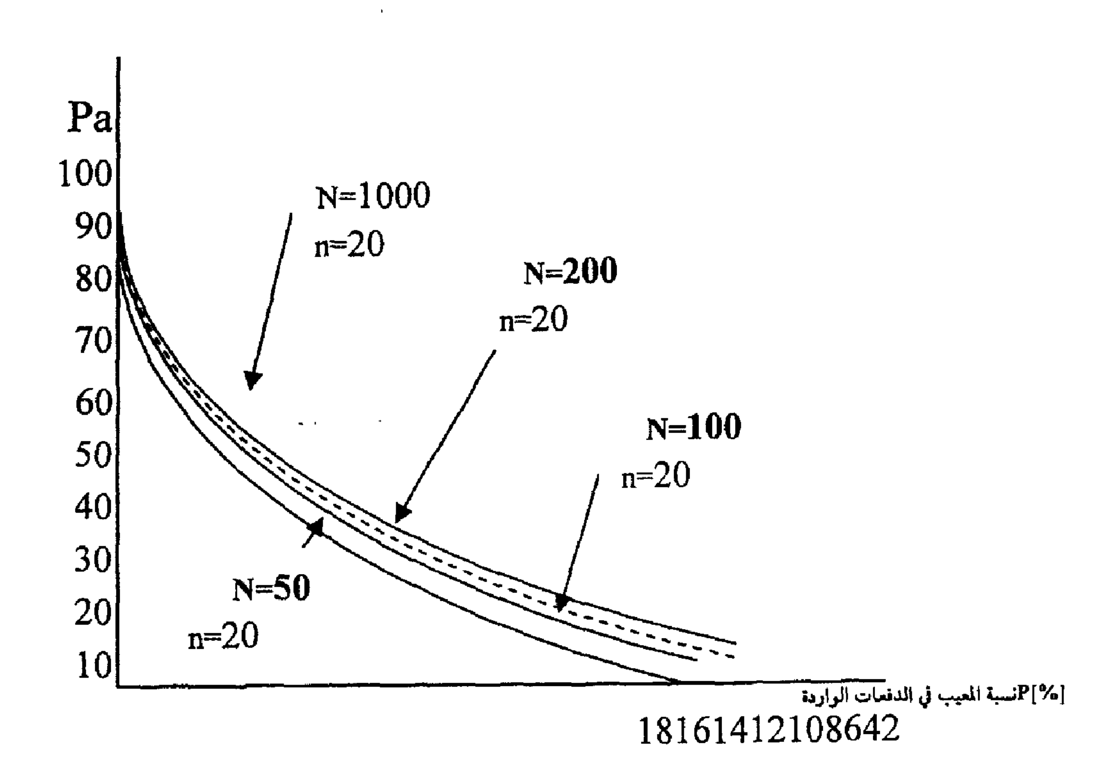
من الشكل (7-8) يبدو ان احتمال قبول الدفعة التي تحتوي على 1.5٪ معيب يساوي 98٪، اما الدفعة التي تحتوي على 6٪ معيب فان احتمال قبولها يساوي 23٪.

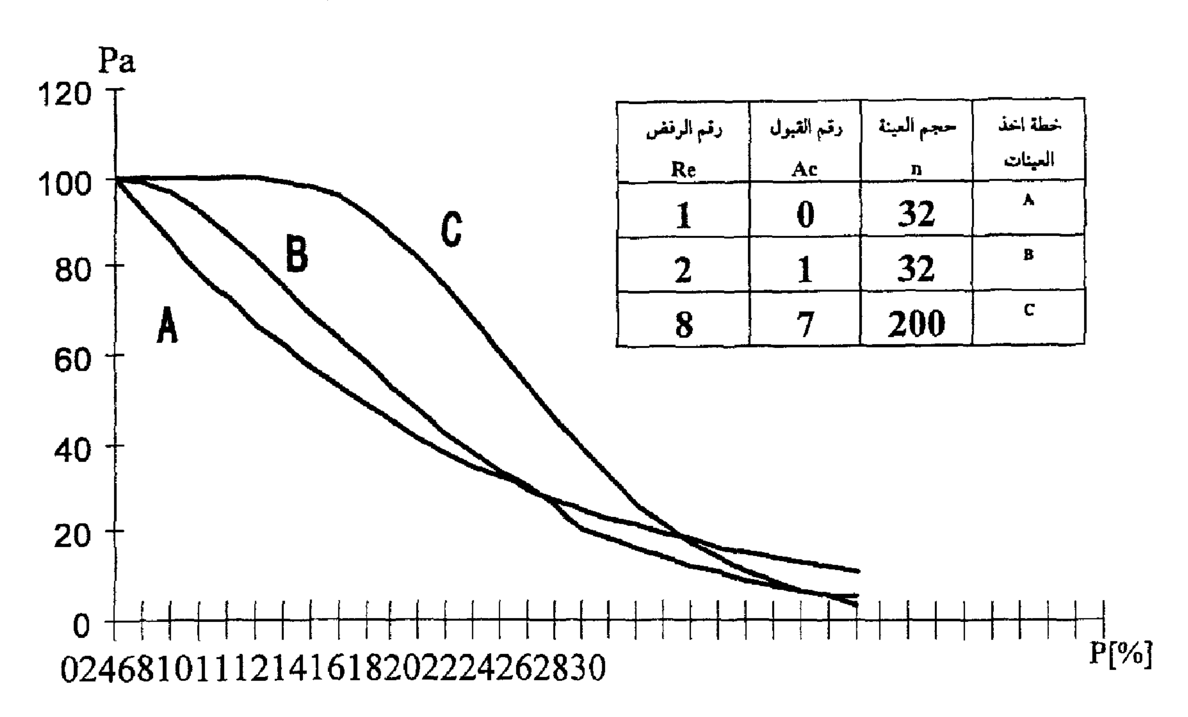
وجدير بالذكر، ان الوقوف على هذه الارقام، من خلال رسم منحنى خصائص التشغيل وتحليل نتائجه يساعد على اتخاذ القرارات الصائبة بشان كفاية وملائمة خطة التفتيش المعتمدة من عدمها.

وبصدد العوامل التي تؤثر في منحنى خصائص التشغيل وكنتيجة لذلك التأثير في نوع خطط التفتيش المعتمدة فانها:

- حجم الدفعة (N).
- حجم العينة (n).
- رقم القبول (AC).

والشكل (34) يوضح ما تقدم ذكره.





خطة اخذ العينات	حجم العينة n	رقم القبول Ac	رقم الرفض Re
A	32	0	1
B	32	1	2
C	200	7	8

شكل (7-9) تأثيرات حجم العينة في منحنى خصائص التشغيل (أ). وتأثير زيادة حجم العينة ورقم القبول في المنحنى (ب).

من الشكل (7-9) تبدو الحقائق الاتية:

1. ان تأثير حجم الدفعة في احتمال القبول صغير في حالة ثبات كل من حجم العينة ورقم القبول الشكل (7-9أ). وهذا يعني عملياً عدم وجود تأثير رئيس لحجم الدفعة في احتمال القبول بثبات العوامل الاخرى، لهذا نجد ان اغلب جداول التفتيش بالعينات تظهر حجم الدفعة كمعلمة (Parameter).
2. من الشكل (7-9 ب) يتضح ان زيادة رقم القبول يرفع من احتمال القبول للقيم الصغيرة من نسب عدم المطابقة في الدفعة (A)، اما زيادة رقم القبول وحجم العينة معاً فانها تؤدي إلى تقريب منحنى خصائص التشغيل المعني من منحنى خصائص التشغيل المثالي.
3. عندما يقل رقم القبول وتصبح قيمته صفراً فان شكل المنحنى سوف يتقعر للاعلى. وهذه الكيفية مطلوبة للمنتجات التي يتطلب عملها ضمان اعلى من درجات السلامة والامان كالطائرات مثلاً. ولهذا نجد ان لخطط اخذ العينات في مثل هذه المنتجات رقم قبول مساوٍ للصفر.

ولابد من الاشارة بصدد منحنيات خصائص التشغيل ايضاً بغية استكمال التعرف على استخداماتها، الى ان أي منحنى لخصائص التشغيل لخطة تفتيش معينة وعلى الرغم من ما يحقق من معطيات الا انه ما يعيبه عدم امكانيته على:

- التنبؤ بجودة الدفعات الواردة للتفتيش.
- تحديد مستوى الثقة من خلال نسب معيب معينة، أي ربط العلاقة بين نسب المعيب ومستويات الثقة المناظرة.
- التنبؤ بمستوى جودة المنتجات الجاهزة بعد الانتهاء من مهام التفتيش كافة.

7.8 الطرائق التجريبية في اخذ العينات

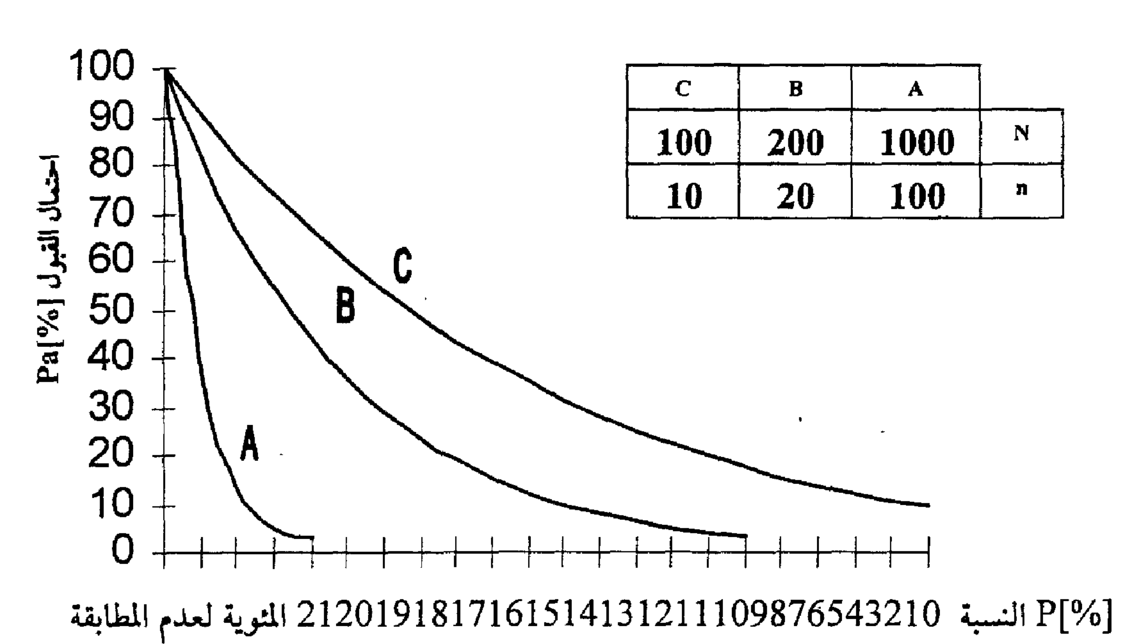
Experimental methods in sampling

في الواقع العملي تمارس بعض الشركات الصناعية نوعين من الطرائق التجريبية في اخذ العينات وهما:

1. خطة التفتيش بأخذ 10٪ من الانتاج

تتمثل هذه الخطة بأخذ عينة حجمها 10٪ من الدفعة فاذا ظهر بنتيجة التفتيش انها خالية من أي مفردة معيبة تقبل الدفعة وبخلاف ذلك، أي إذا ظهرت أي مفردة معيبة ترفض الدفعة والتبرير العملي لمن يمارس هذه الخطة ان استخدام عينة ثابتة حجمها 10٪ من حجم أي دفعة يؤدي إلى ثبات مخاطرة التفتيش بأخذ العينات.

وبهذا الصدد لابد من الاشارة الى ان الواقع العملي يشير في كثير من الحالات إلى ان استخدام النسبة المئوية لا يعطي مخاطرة ثابتة. وعلى سبيل المثال عند اعتماد خطة للتفتيش بنسبة 10٪ من الدفعات وبغض النظر عن حجم الدفعة وبرقم قبول (Ac) يساوي صفراً. يتوجب ان تكون المخاطرة ثابتة ايضاً إذا صح التبرير المشار اليه في اعلاه. ولكن بعد رسم منحنيات خصائص التشغيل لمختلف انواع حجوم الدفعات، أي 100، 200، 1000، وكما مبين في الشكل (35) ومقارنة المنحنيات مع بعضها ولنسبتين مختلفتين من المعيب تم التوصل الى النتائج وكما في الجدول (28).



شكل (7-10) منحنيات خصائص التشغيل لحجوم دفعات مختلفة

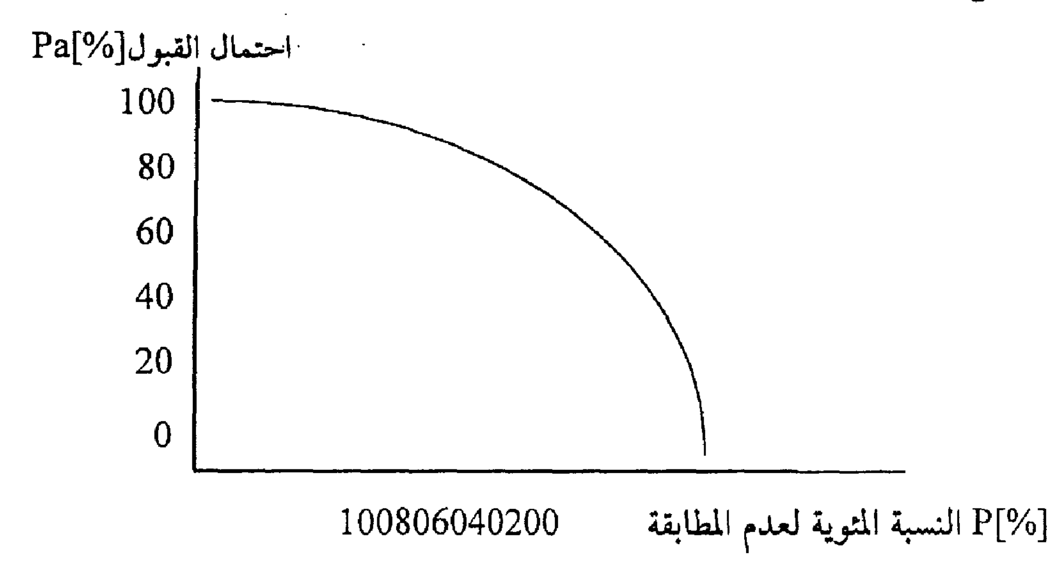
الجدول (7-4) احتمال قبول الدفعة لنسب مختلفة من عدم المطابقة

حجم الدفعات	نسبة المعيب	احتمال قبول الدفعة	نسبة المعيب	احتمال قبول الدفعة
1000 مفردة	٪2	0.819	٪4	0.670
200 مفردة	٪2	0.670	٪4	0.449
300 مفردة	٪2	0.135	٪4	0.018

من الجدول (7-4) يظهر بوضوح ان هناك اختلافات كبيرة في احتمال قبول الدفعات عند تغيير نسب المعيب. وهذا توكيد يوضح ان استخدام النسبة المئوية لحجم العينة من الدفعة لا يعطي مخاطرة ثابتة.

2. خطة التفتيش بأخذ مفردة واحدة من الانتاج (الخطة المتطرفة)

تتمثل هذه الخطة بتفتيش مفردة واحدة من الدفعة فاذا كانت غير معيبة تقبل الدفعة وبخلاف ذلك تؤخذ مفردة ثانية فاذا كانت غير معيبة تقبل الدفعة وبخلاف ذلك تؤخذ مفردة ثالثة. والشكل (36) يوضح منحنى خصائص التشغيل لهذه الخطة.



شكل (7-11) منحنى خصائص التشغيل لخطة تفتيش متطرفة

من الشكل (7-11) يظهر ان المخاطرة في هذه الخطة كبيرة جداً في قبول دفعات بنوعيات غير جيدة. وعلى سبيل المثال ان احتمال قبول دفعات تحتوي نسبة 70٪ معيب هو 60٪ تقريباً.

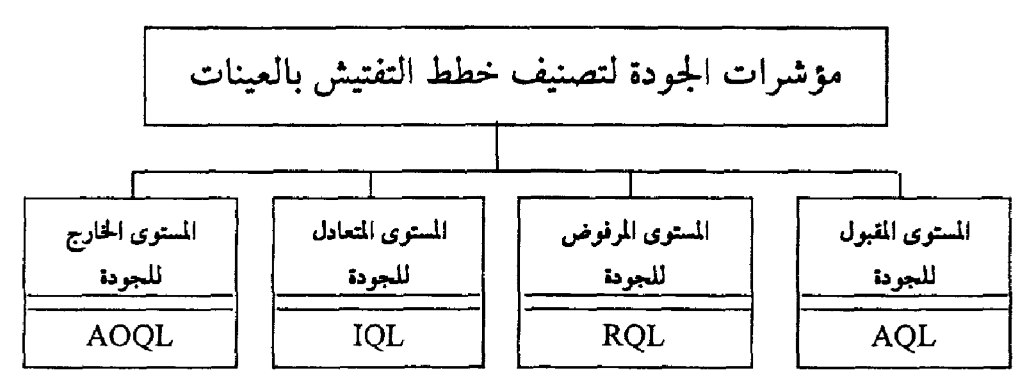
مما تقدم تبدو الحقائق الاتية:

- ان خطط الطرائق التجريبية في اخذ العينات لا تستند على التوزيعات الاحتمالية ولهذا فان نتائجها غير دقيقة عندما يتم تقييمها بمنحنى خصائص التشغيل.
- ان هذه الخطط تستند على الاسلوب الحدسي بشكل او بآخر ولهذا فان احتمال ان تكون النتائج خاطئة كبير. وفي حالة تحقق ذلك فانه يؤدي كما اثبت ذلك الواقع، الى تعطيل عملية تقييم جودة المنتجات.

وجدير بالذكر ان الواقع العملي يشير الى انه حتى في الحالات التي تكـون فيهـا المخاطرة معلومة في هـذين النـوعين مـن التفتـيش فـان نتائجهـا غـير ملائمـة لاتخـاذ القرارات الصائبة من وجهة النظر الاحصـائية، لـذا ينبغـي عـدم تـبني أي خطـة قبـل الوقوف على منحنى خصائص تشغيلها.

7.9 مؤشرات الجودة لخطط التفتيش بالعينات Quality indicators for sampling inspection plans:

يتم التمييز بين خطط التفتيش بالعينات طبقاً لمؤشر من مؤشرات الجودة المبينـة في الشكل (7-12).

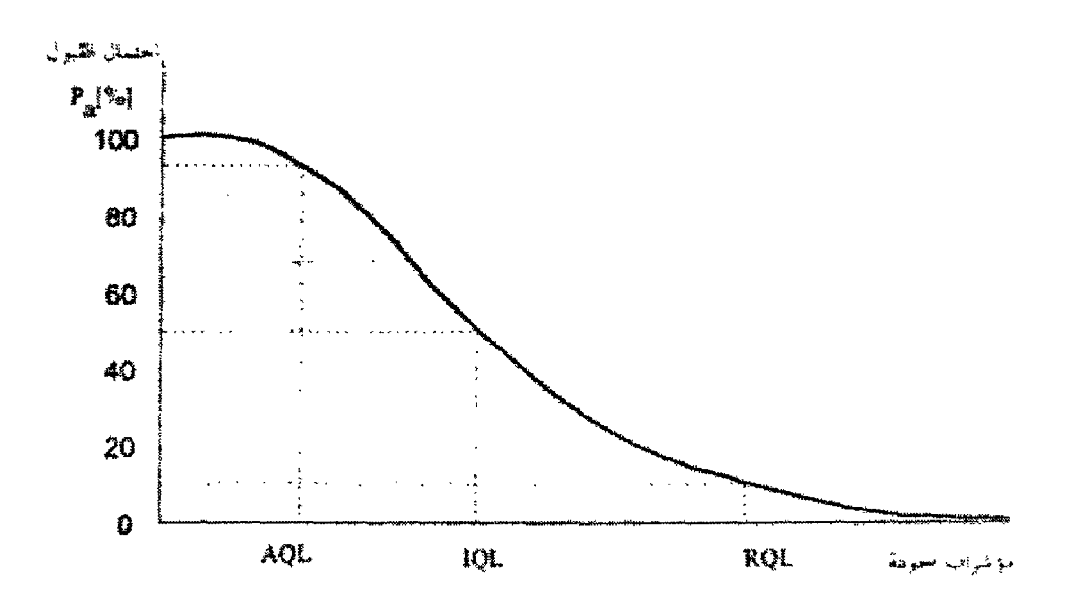


شكل (7-12) مؤشرات الجودة لتصنيف خطط التفتيش بالعينات

ان المسـتوى المقبـول للجـودة (Acceptable Quality Level) هـو المسـتوى المرضي للجودة وعرفتـه المواصفة العسـكرية (MIL-STD-105D) بانـه أقصـى نسـبة مئوية من المعيبات (او اقصى عدد عيوب لكـل 100 وحـدة منتـوج) يمكـن اعتبارهـا مقبولة كمتوسط لما تنتجه العملية، أي اقصى نسبة مئويـة مقبولـة للمعيبـات في حالـة تساوى اهمية العيوب.

اما إذا اختلفت العيوب بالاهمية فيتعين تخصيص نقاط قصـور لكـل نـوع مـن العيوب وقياس جودة المنتوج بدلالة نقاط القصور. وبما ان المسـتوى المقبـول للجـودة

يمثل مستوى القبول الفعلي ينبغي ان يكون احتمال قبـول الدفعـة الـتي تحتـوي علـى معيب مساوٍ للمستوى المقبول للجودة عالياً، والشكل (38) يوضح ذلك.



شكل (7-13) مؤشرات جودة خطط التفتيش بأخذ العينات

وبصـــدد المستـوى المرفـوض للجـــودة (Rejectable Quality Level) فانه يقيناً المستوى غير المرضـي للجـودة. وعليـه ينبغـي ان يكـون احتمـال قبـول الدفعـة منخفضاً. والشكل (7-13) يـبين ذلـك ايضـاً. وجـدير بالـذكر ان لاحتمـال الـرفض (المستوى المرفوض للجودة) مسميات متعددة منها:

- في خطط (Dodge-Roming) يشار اليه بمصـطلح النسـبة المئويـة لمعيبـات الدفعـة (LTPD).
- وفي مصادر اخرى يسمى بمخاطرة المسـتهلك (Consumers Risk) ويرمـز بـالرمز (β) وحدد له قيمة قياسية قدرها 0.1.

اما المستوى المتعـادل للجـودة (Indifference Quality Level) فانـه يقـع بـين

(AQL) و(RQL) ويعرف بانه المستوى المتسم باحتمال قبول قدره 50٪ والشكل (38) يظهر ذلك ايضاً.

ويمكن رسم منحني خصائص التشغيل لاي خطة للتفتيش بالعينات بعد ان يتحدد حجم العينة (n) ورقم القبول (Ac) وذلك بموجب الخطوات الاتية:

1. افتراض عدد من نسب المعيبات في الدفعات الواردة 0، 1، 2، 3، ...10.
2. ضرب كل نسبة من المعيبات المفترضة بحجم العينة للحصول على np.
3. أيجاد الاحتمالات المنفصلة من جدول احتمالات بواسون التراكمية.
4. رسم منحنى خصائص التشغيل على ان يمثل المحور السيني نسب المعيبات (P) والمحور الصادي احتمالات القبول المناظرة (Pa).

جرى التعارف على ان المخاطرة هي نسبة المعيبات التي تقابل احتمال 95٪ ومخاطرة المستهلك (Consumers Risk) هي نسبة المعيبات التي تقابل احتمال 10٪.

وقدر تعلق الامر بالمستوى الخارج للجودة، أي حد معدل جودة المنتجات الخارجة (Average Outgoing Quality Limit) فان العلاقة بين نسبة المعيب في المواد الواردة للتفتيش (P) ونسبة المعيب المتبقية بعد التفتيش (AOQ) واحتمال القبول (Pa) تحدد معالم هذا المستوى طبقاً للمعادلة الاتية:

$$AOQ = P \times Pa$$

ومن البديهي إذا كانت جودة كل المواد الواردة للتفتيش جيدة فان جودة المواد الخارجة ستكون جيدة واذا كانت جودة جزء من المواد الواردة للتفتيش غير جيدة فان جودة المواد الخارجة ستكون جيدة على افتراض عدم حصول أية اخطاء في اثناء التفتيش. من هنا يتضح ان جودة المواد الخارجة في الحالتين المتباينتين هي الجودة الجيدة فقط. وقد اثبت الواقع العملي وقوع نقطة بين هاتين الحالتين تصل فيها نسب المعيب في الانتاج الخارج من التفتيش إلى اقصاها وجرى التعارف على تسمية هذه النقطة بحد

معدل جودة المنتجات الخارجة. ولاستيعاب مضمون ما تقدم وتطبيقاته في الواقع سنستعين بمثال.

مثال:

المطلوب حساب معدل جودة المنتجات الخارجة (AOQ) وحد معدل جودة المنتجات الخارجة (AOQL) لخطة تفتيش عينة حجمها (78) مفردة وبرقم قبول (Ac) = 1 ولنسب معيب تتراوح بين (0.005) و(0.060) في الانتاج قبل التفتيش.

خطوات الحل:

1. نحسب (np) لكل نسبة من نسب المعيب بدء بـ(0.005) وانتهاء بـ(0.060) بضرب حجم العينة (78) في النسب المشار اليها.
2. نحدد احتمال القبول (Pa) للنسب المناظرة.
3. نحسب (AOQ) لكل نسبة بضرب النسبة (P) في احتمال القبول (Pa).
4. نجمع النتائج الحسابية بجدول كما في الجدول (7-5).

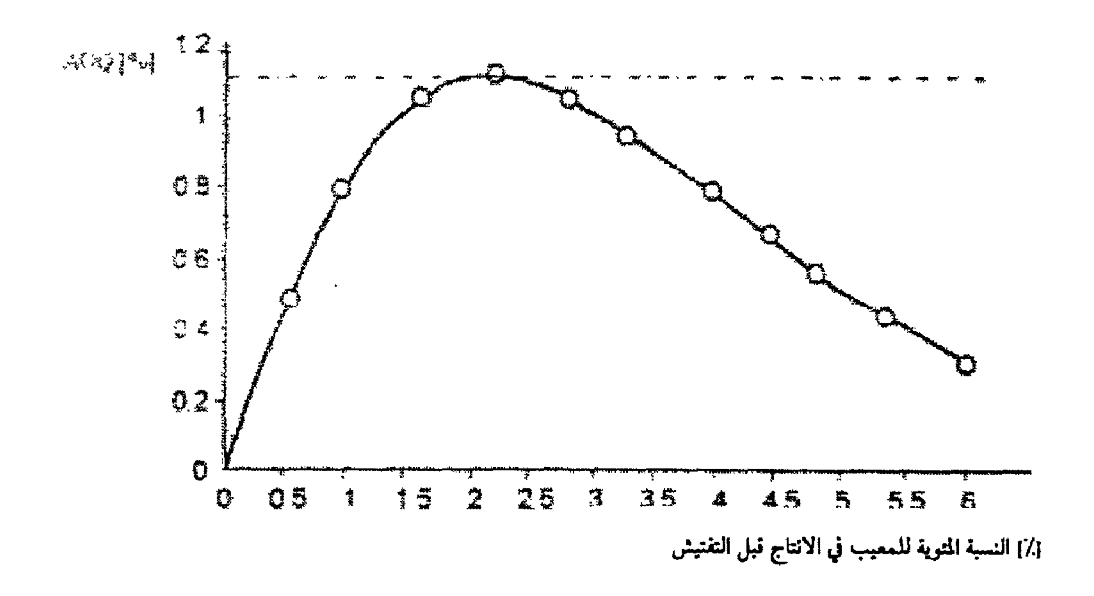
جدول (7-5) النتائج الحسابية لمعدل جودة المنتجات الخارجة

AOQ	(Pa)	np	P
00470.0	940.0	39.0	005.0
00820.0	850.0	78.0	010.0
01020.0	680.0	17.1	015.0
01100.0	550.0	056.1	020.0
01705.0	430.0	95.1	025.0
00990.0	330.0	34.2	030.0
00875.0	250.0	73.2	035.0
00760.0	190.0	12.3	040.0

AOQ	(Pa)	np	P
00630.0	140.0	51.3	045.0
00500.0	100.0	90.3	050.0
00402.0	075.0	29.4	055.0
00300.0	050.0	68.4	060.0

ان حـد معـدل جـودة المنتجـات الخارجـة (AOQL) اعلـى قيمـة مـن قـيم (AOQ) المشـار اليهـا في الجـدول (7-5) وبمـا ان اعلـى قيمـة هـي 0.01100 فـان (AOQL)= 1.1٪. .

نرسم منحنى معدل جودة المنتجات بعد التفتيش (AOQ) بالعلاقة مع النسبة المئوية للمعيب (P) في دفعات الإنتاج قبل التفتيش كما في الشكل (7-14).



شكل (7-14) معدل جودة المنتجات بعد التفتيش

وجدير بالتنويه بصدد مؤشـرات الجـودة لخطـط التفتـيش باخـذ العينـات انهـا وضعت في الاصل من قبل المتخصصـين لاسـتخدامها في وصـف الخصـائص المميـزة

لخطط التفتيش بالعينات. وطبقاً لمتطلبات ذلك تم تقسيم خطط أخذ العينات إلى النوعين الاساسين الاتيين:

1. خطط أخذ عينات المميزات (Attributes Plans) ويتم بموجب هذه الخطة أخذ عينة عشوائية من الدفعة والقيام بتصنيف كل مفردة من مفرداتها إلى مقبولة او معيبة بعد ذلك يقارن مجموع المفردات المعيبة مع العدد المسموح به من المعيب وفقاً للخطة ويتخذ قرار قبول الدفعة من عدمه في ضوء نتيجة المقارنة.
2. خطط أخذ عينات المتغيرات (Variables Plans) ووفقاً لهذه الخطة تؤخذ عينة عشوائية ايضاً ويتم التركيز في القياس على خاصية محددة في مفردات العينة كافة بعد ذلك تترجم القياسات إلى قيمة احصائية بسيطة (وكمثل متوسط العينة) بهدف مقارنتها مع القيمة المسموح بها طبقاً للخطة ويتخذ قرار قبول الدفعة من عدمه في ضوء نتيجة المقارنة.

ولاهمية الوقوف على اوجه التشابه والاختلاف بين الخطتين ومجالات تطبيقاتهما والفوائد المتأتية من استخدامهما تم تنظيم جدول يتضمن العناصر الأساسية للمقارنة كما في الجدول (7-6).

جدول (7-6) مقارنة خطط أخذ العينات للمتغيرات والمميزات

عناصر المقارنة	المتغيرات	المميزات
1. انواع التفتيش المطلوب لكل مفردة.	تستدعي أدوات قياس دقيقة ومهارة تنفيذية عالية لقياس كل مفردة من مفردات العينة.	تصنيف كل مفردة إلى مقبولة او معيبة وباستخدام أدوات قياس بسيطة من نوع مرور – لا مرور Go- No go Gauges
2. حجم العينة.	حجم لا يقل عن 30٪ من حجم عينة المميزات.	حجم معين للعينة.
3. التوزيع التكراري	تتطلب افتراض توزيع تكراري معين على الاغلب التوزيع الطبيعي.	لا تتطلب افتراض محدد.
4. عدد الخصائص في العينة الواحدة.	تستدعي اخذ عينات منفصلة لكل خاصية.	لا تستدعي ذلك.

عناصر المقارنة	المتغيرات	المميزات
5. نـوع المعلومـات المطلوبة لتطوير مسار العمليات الانتاجية.	قيمة متوسط عملية الانتاج لتحديد نوع التعديل اللازم على العمليات الانتاجية.	عدد المعيب.

من الجدول (7-6) يبدو ما ياتي:

1. تتحكم بعملية المقارنة (5) عناصر للتوصل الى هدف واحد متمثل بتحديد نوع الإجراءات التصحيحية اللازمة لتطوير المسالك التكنولوجية المعدة للاغراض التصنيعية.
2. ان الفائدة الرئيسة من اخذ عينات صغيرة للتفتيش بالمتغيرات هو الحصول على اكبر قدر من المعلومات عن كل مفردة من مفردات العينة لاتخاذ اجراءات تصحيحية فاعلة. ولكن إذا تم مقارنة هذا الحجم مع حجم عينة في خطة اخذ عينات المميزات التي لها المخاطرة نفسها نجد انها عينة مناسبة على الرغم من ظهورها احياناً اصغر حجماً.
3. إذا كان للمنتوج عدد من خصائص الجودة المهمة فبالامكان تقليل حجم العينات المنفصلة لكل خاصية بتقييم كل منها من خلال المعيار المقبول الخاص بالمتغيرات. وعلى سبيل المثال مقارنة القيم العددية بالمتوسط الحسابي او الانحراف المعياري لكل خاصية. اما الاسلوب المتبع لخطط اخذ عينات المميزات فمتمثل بمعاملة عدد من خصائص الجودة كمجموعة ومن ثم تقييمها من خلال معايير القبول كمجموعة واحدة.

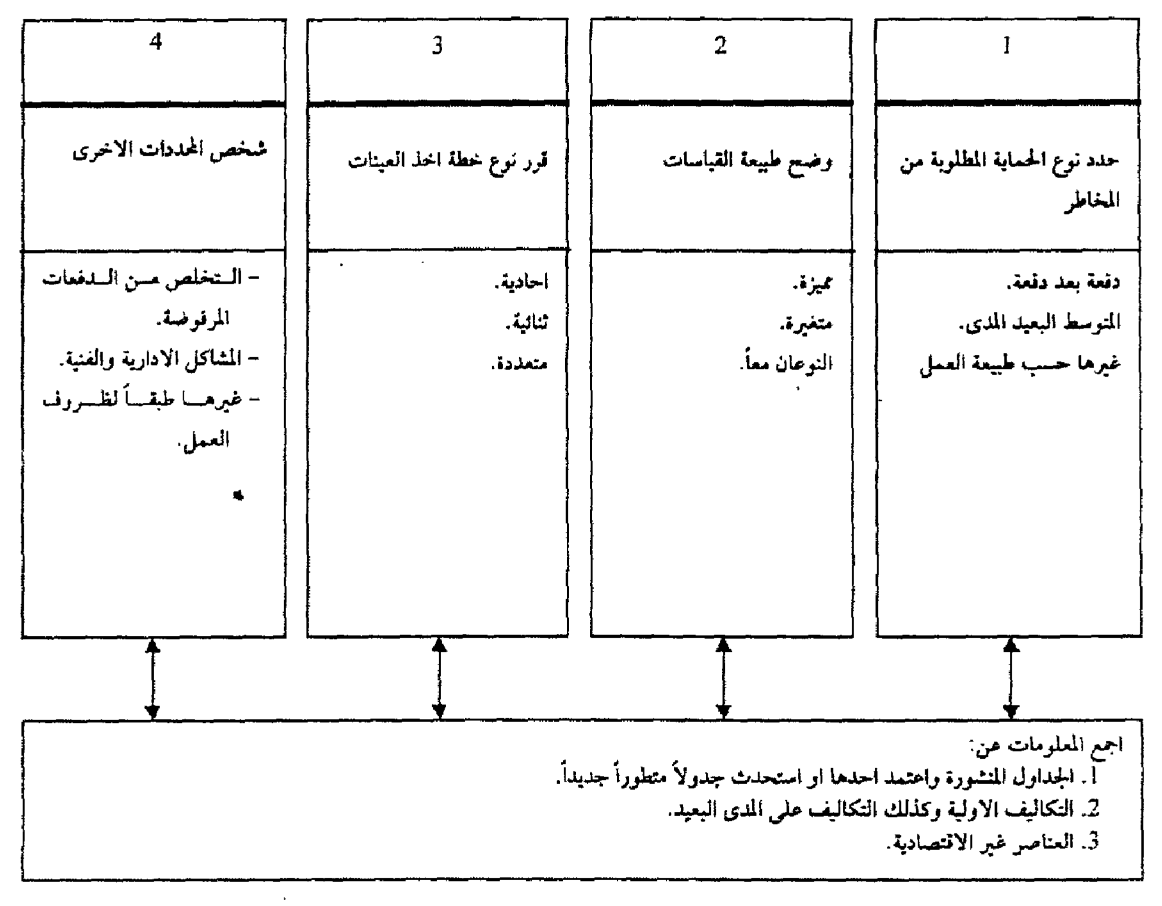
7.10 متطلبات خطة التفتيش والخصائص المميزة لها The requirements of the inspection plan and its characteristics

الشكل (7-15) يبين متطلبات خطة التفتيش المثالية حيث يوضح الخطوات الضرورية لاعتماد خطة التفتيش من الجداول المذكورة والتتابع الواجب الاعتماد

لتطبيقها، علاوة على وجوب احكام عملية الموازنة بين الرغبات والمتطلبات من خلال حركة الاسهم باتجاهين وتضمينها كخصائص للخطة التي ستعتمد. اما الخصائص المميزة المطلوبة لخطة التفتيش المثالية فانها متعددة وبالامكان ايجاز اهمها بالنقاط الاتية:

- ان تكون الخطة سهلة الفهم من جانب وقابلة للتطبيق ببساطة من جانب آخر.
- ان يكون الهدف الرئيس من القياسات التي تتضمنها الخطة على المدى القريب تخمين جودة الدفعات المنفردة وعلى المدى البعيد تجميع المعلومات الضرورية لتطوير الجودة.
- ان تتسم الخطة بالمرونة الكافية لعكس التغيرات في حجم للدفعات واي عوامل أخرى تخصها في جودة المنتجات المقدمة للتفتيش.
- تضمين الخطة بقياسات يمكن من خلالها الوقوف على مقدرة العملية الانتاجية ومقدرة المجهز على الايفاء بمتطلبات الجودة.
- وجوب اختيار مؤشر أو مؤشرات الجودة المشار اليها في الشكل (37) بالصيغة التي تحدد حاجات المستهلك والمنتج الى النوعية في وقت وآن واحد، فضلاً عن اختيار مفردات العينة بصورة عشوائية لكي تكون المعلومات التي سيتم التوصل اليها ملائمة لمتطلبات التحليلات الإحصائية.
- ضرورة معرفة مخاطرة التفتيش بأخذ العينات من الخطة بصيغة كافية من خلال رسم منحني خصائص تشغيلها لضمان الحماية الملائمة للمنتج تجاه رفض دفعات جيدة والحماية الكافية للمستهلك تجاه قبول دفعات غير جيدة.
- تصميم الخطة بالصيغ التي تواجه متطلبات تخفيض كلف تفتيش المنتجات الكلية من خلال اجراء تقييم حذر للجوانب الايجابية والسلبية في خطط المتغيرات والمميزات وكذلك العينات من حيث تكوينها أي احادية او ثنائية او متعددة.

= وجوب تنظيم الخطة وترتيب مفرداتها بالشكل الذي يعكس اولويات المنتوج من وجهة نظر ملائمته للاستخدام من قبل المستهلك.



شكل (7-15) متطلبات خطة تفتيش مثالية

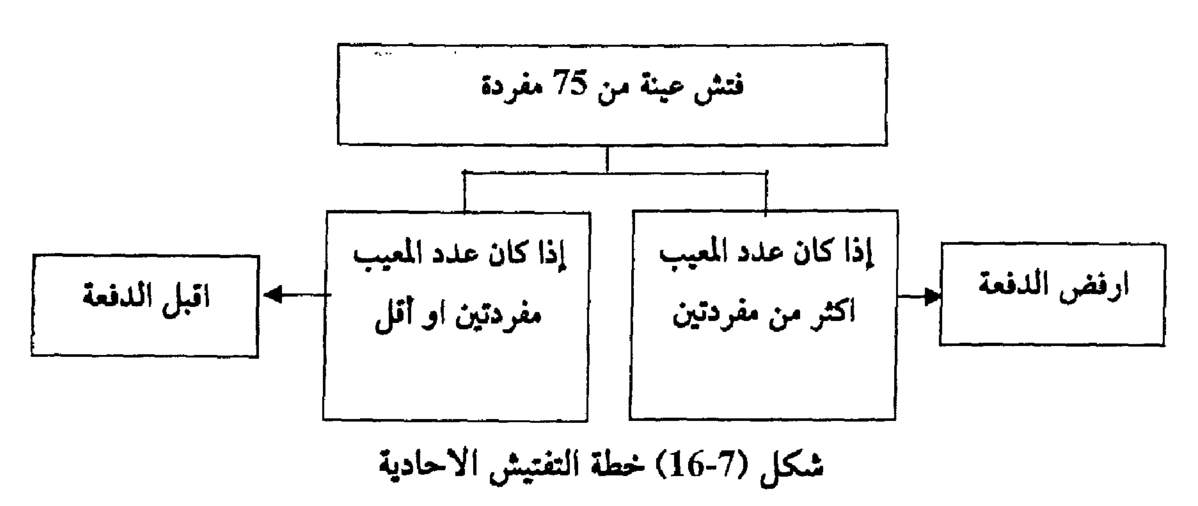
7.11 العينات الاحادية والثنائية والمتعددة

Single, Double and Multiple Sampling

كما معلوم لدى العاملين في نشاط ضبط الجودة، ان الجداول المنشورة والخاصة بالتفتيش بالعينات تعطي الخيار في اخذ عينات احادية او ثنائية او متعددة. وبهدف مساعدة متخذ القرار على تحديد نوع خطة التفتيش الواجبة الاعتماد طبقاً لطبيعة الانتاج ومتطلبات ضبط جودته ينبغي الوقوف على حجوم العينات وخصوصيات كل حجم من الحجوم ورقم القبول المناظر له كما سيجيء في ادناه.

1. خطة اخذ العينات الاحادية Single Sampling

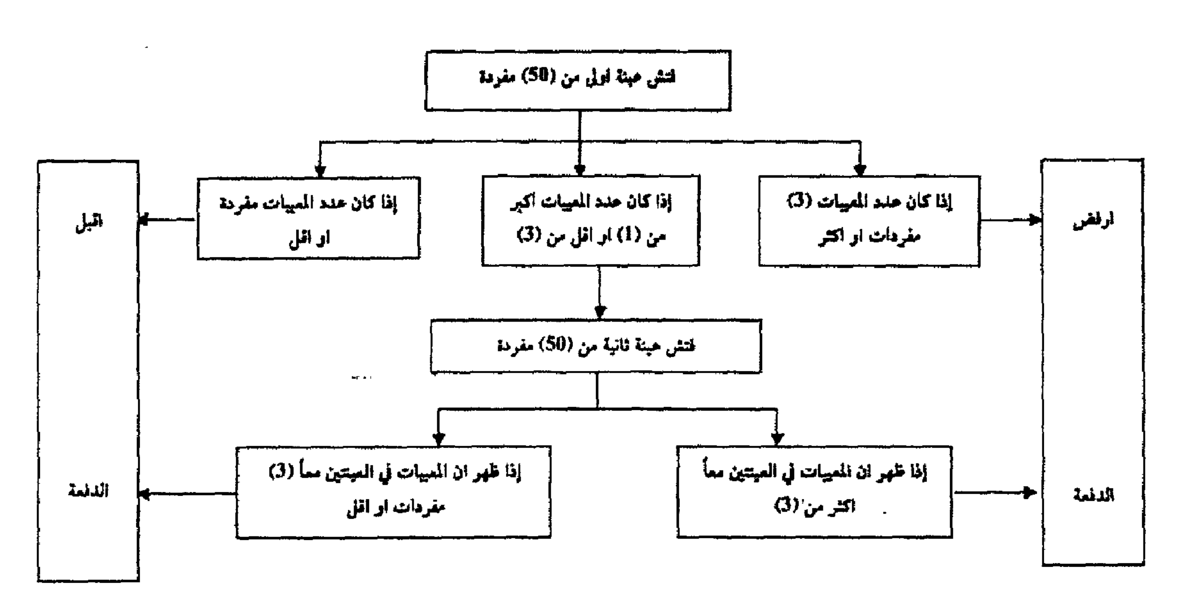
طبقاً لهذه الخطة تؤخذ عينة عشوائية تتألف من (n) مفردة من دفعة انتاجية معينة فإذا ظهر بعد فحصها ان عدد عدم المطابقة في العينة اقل من رقم القبول (Ac) او مساو له تقبل الدفعة وبخلاف ذلك ترفض والشكل (7-16) يوضح ذلك على افتراض ان حجم العينة (75) مفردة ورقم القبول (Ac)= 2.



شكل (7-16) خطة التفتيش الاحادية

2. خطة اخذ العينات الثنائية Double Sampling

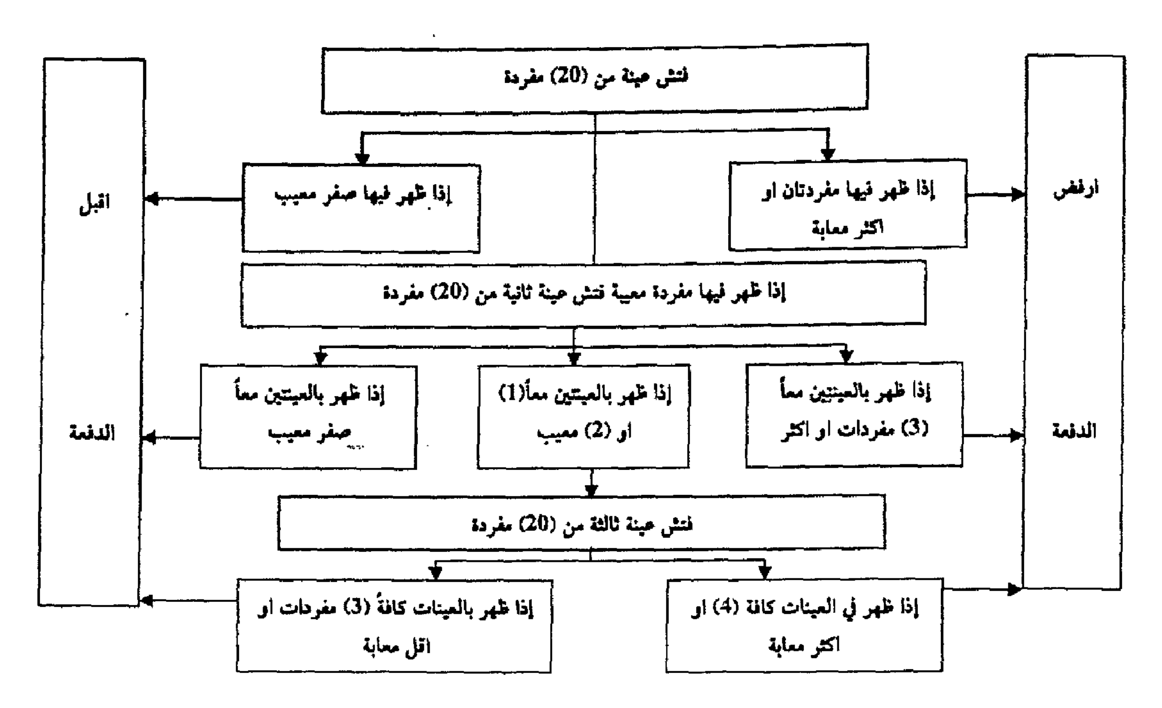
وفقاً لهذه الخطة تؤخذ عينة عشوائية وبحجم اصغر من حجم العينة عند اعتماد خطة اخذ العينات الاحادية، فاذا ظهر بعد تفتيشها ان عدد المعيبات مساوٍ لرقم القبول تقبل الدفعة واذا كان مساوياً الى رقم الرفض او اكبر منه ترفض الدفعة، اما إذا كان العدد لا يحسم قرار القبول او الرفض، أي اصغر من رقم الرفض واكبر من رقم القبول فينبغي اخذ عينة ثانية. وفي هذه الحالة يعتمد قرار قبول او رفض الدفعة على عدد المعيبات في العينتين معاً، والشكل (7-17) يبين اسلوب اتخاذ القرار طبقاً لهذه الخطة على افتراض ان حجم العينة (50) مفردة ورقم القبول (Ac) = 1 في المرحلة الاولى للتفتيش و(3) في المرحلة الثانية.



شكل (7-17) خطة اخذ العينات الثنائية

3. خطة اخذ العينات المتعددة Multiple Sampling

تتبع هذه الخطة في حالة وجود نوع من الشك في دقة التفتيش وكنتيجة ذلك في القرار المتخذ باتباع خطة التفتيش الثنائية. لهذا يتعين اخذ عينة ثالثة او اخذ عدد من العينات الصغيرة الحجم بالمقارنة مع حجم العينات في حالة التفتيش الاحادي والثنائي. والشكل (7-18) يوضح طريقة اتخاذ القرار بموجب هذه الخطة على افتراض ان حجم العينة (20) مفردة ورقم القبول (Ac) = صفر في المرحلة الاولى والثانية و(1) في الثالثة و(2) في الرابعة...الخ.



شكل (7-18) خطة التفتيش المتعدد

ومما يتوجب الاشارة اليه بصدد خطتي اخذ العينات الثنائية والمتعددة انه على الرغم من ان عدد العينات التي يتم التفتيش عليها اكثر من واحدة كما هو الحال في خطة تفتيش العينات الاحادية الا ان المجموع التراكمي لعدد المنتجات اصغر لان عدد مفردات العينة اصغر واحتمال الوصول الى قرار بعد العينة الاولى وارد، لذلك تعدان افضل من الناحية الاقتصادية ويوضح الجدولان (7-7) و(7-8) بصيغ كمية اهم الفوارق بين الخطط من حيث حجوم العينات والتكاليف مع ملاحظة ان التفتيش بموجب خطة اخذ العينات الاحادية هو اسهل من الناحية التنظيمية والادارية.

جدول (7-7) مقارنة انواع الخطط من حيث حجوم العينات ورقما القبول والرفض

نوع الخطة	رقم العينة	حجم العينة	الحجم التراكمي	رقم القبول	رقم الرفض
أحادية	1	75	75	2	3
ثنائية	1	50	50	1	3
	2	50	100	3	4
متعددة	1	20	20	0	2
	2	20	40	0	3
	3	20	60	1	3
	4	20	80	2	4
	5	20	100	2	4

جدول (7-8) مقارنة انواع الخطط من حيث الكلف المناظرة

عناصر المقارنة / انواع الخطط	حجم العينة	الكلفة
احادية	كبير	كبيرة
ثنائية	متوسط وبحجم لا يقل عن 50٪ من الخطة الاحادية	متوسطة
متعددة	صغير وبحجم لا يقل عن 30٪ من الخطة الثنائية	صغيرة

والتجارب تشير الى ان الاختيار الصائب لخطة التفتيش طبقاً لطبيعة الانتاج ومستوى الجودة المستهدفة والتحديد الدقيق لحجم العينات يحقق جملة مزايا في مقدمتها:

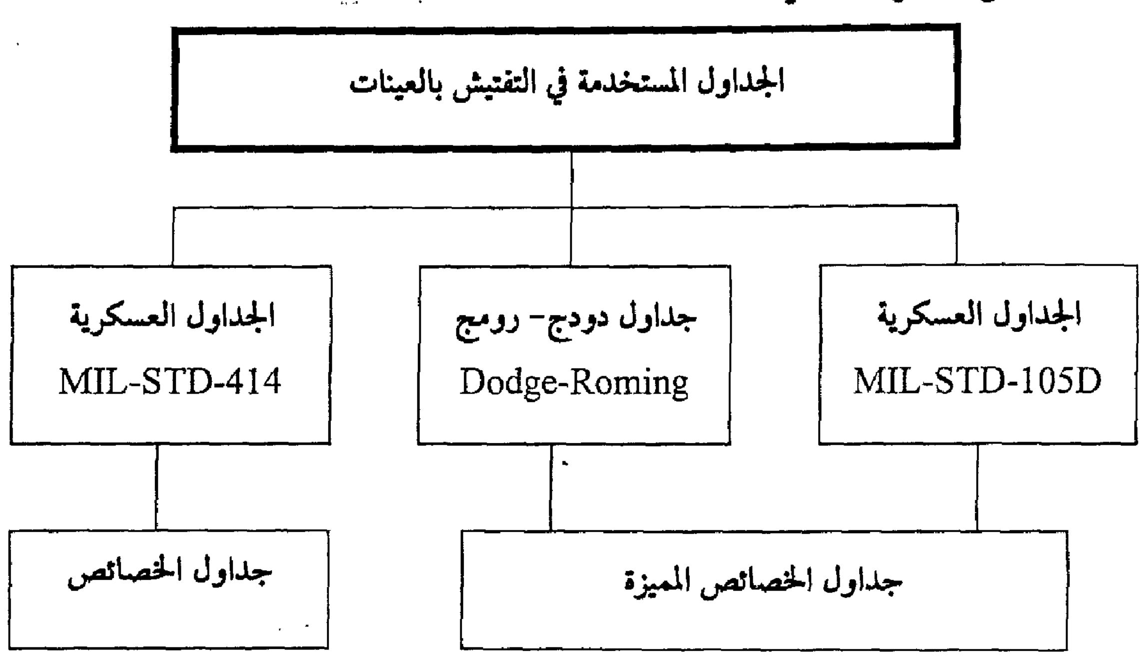
- امكانية اشتقاق برنامج تفتيش احادي او ثنائي او متعدد بمنحنيات خصائص تشغيل متطابقة بصورة اساسية.
- المساعدة في اتخاذ الإجراءات التصحيحية في الوقت المناسب من خلال سرعة الحصول على المعلومات الدقيقة المطلوبة لذلك.
- تسهيل عملية التفتيش للمستويات المطلوبة نفسها من جودة المنتجات، بغض النظر عن نوع الخطة المعتمدة فضلاً عن تبسيط مهام إدارة عمليات تفتيش الجودة وتنظيمها.

- تقليل كلفة التفتيش وكنتيجة لذلك خفض كلفة المنتوج النهائية كتحصيل حاصل.

7.12 انواع الجداول المستخدمة في التفتيش بالعينات

Types of sampling tables used in sampling inspection

الشكل (7-19) يوضح اهم الجداول المستخدمة في التفتيش بالعينات للخصائص المميزة والمتغيرة.



شكل (7-19) الجداول المستخدمة في التفتيش بالعينات للخصائص المميزة والمتغيرة

من الشكل (7-19) يظهر ان الجداول المستخدمة في التفتيش بالعينات للخصائص المميزة هي الجداول العسكرية وجداول دودج- رومج وللخصائص المتغيرة هي الجداول العسكرية (MIL-STD-414) فقط.

7.13 الجداول العسكرية (MIL-STD-105D)

معروف لدى المعنيين بشئون ضبط الجودة، ان الجداول العسكرية تمثل نظاماً لاخذ العينات للخصائص المميزة واعدت في الاصل من قبل الولايات المتحدة

الامريكية للمساعدة على اتخاذ القرارات بشأن قبول او رفض دفعات المنتجات الحربية. ثم اتسع استخدامها فيما بعد، حيث شملت المنتجات العسكرية وغير العسكرية. وجدير بالاشارة الى ان الفوائد العملية التي حققتها هذه الجداول في الولايات المتحدة ادت الى انتشارها بشكل واسع في جميع انحاء العالم المتطور صناعياً. فقد قامت إنكلترا باعتمادها بعد اجراء تغيرات بسيطة عليها واصدرتها كمواصفة تحت رقم (DEF-131A) واعتمدتها منظمة المواصفات والمقاييس الدولية (ISO) كذلك بعد اجراء تعديلات طفيفة واصدرتها كمواصفة تحت رقم (ISO - 2859).

ان مؤشر الجودة المستخدم في هذه الجداول هو المستوى المقبول للجودة (AQL) الذي يمثل اعلى نسبة مقبولة للمعيبات كمعدل لعملية الانتاج او اعلى عدد عيوب مقبول لكل (100) وحدة منتوج. وقد اكد الواقع ان احتمال قبول الدفعات التي تتساوى بجودتها مع المستوى المقبول للجودة هو احتمال كبير، اذ يتراوح بين 88٪ الى 99٪، لهذا تقوم الجهات المشترية بتصنيف المعيب الى نوعين اساسيين يتمثل الاول بمعيب رئيس والثاني بمعيب ثانوي وتحدد قيمة للمستوى المقبول للجودة، لكل نوع من انواع العيوب طبقاً للتصنيف واحتمال ظهوره في المنتوج، يتراوح بين 0.01 و1000. وتبعاً لذلك تحدد الجداول مقداراً نسبياً للتفتيش المزمع تطبيقه من خلال اختيار مستوى من بين المستويات الثلاثة المتعارف عليها بالتفتيش والمتمثلة بالمستويات (III,II,I) التي تناظر نسب تفتيش على التوالي 0.4، 1.0، 1.6 تقريباً. وجدير بالذكر ان المستوى (II) هو المستوى الاعتيادي للتفتيش ويمكن الاختيار الصائب للمستوى الموازنة بين كلفة التفتيش والحماية المطلوب توفرها، فضلاً عن امكانية الجداول على اعطاء (4) مستويات مضافة اخرى للتفتيش للحالات التي تتطلب حجماً صغيراً للعينة. واختيار خطة التفتيش باستخدام الجداول يستدعي التحديد المسبق للامور الاتية:

- المستوى المقبول (AQL).

- حجم الدفعة.

- طريقة اخذ العينات (احادية ام ثنائية ام متعددة).

- مستوى التفتيش (I او II ام III).

وبعد تحديد حجم الدفعة ومستوى التفتيش يتم الحصول على حرف رمزي من الجدول (7-11) وبمعرفة هذا الحرف ومعلومية المستوى المقبول للجودة وطريقة اخذ العينات تحدد خطة اخذ العينات من الجدول (7-12) الخاص بالعينات الاحادية، علماً بان المواصفة القياسية الدولية ISO- 2859 (كذلك المواصفة MIL-STD-105D) تحتوي على تسعة جداول رئيسة يمكن اختيار خطة التفتيش من احدها وهذه الجداول هي:

II-A التفتيش الاعتيادي الاحادي	II-B التفتيش المشدد الاحادي	II-C التفتيش المخفض الاحادي
III- A التفتيش الاعتيادي الثنائي	III-B التفتيش المشدد الثنائي	III-C التفتيش المخفض الثنائي
A–IV التفتيش الاعتيادي المتعدد	B–IV التفتيش المشدد المتعدد	IV -C التفتيش المخفض المتعدد

ويبين الجدول (7-13) جدول التفتيش الاعتيادي الثنائي والجدول (7-14) جدول التفتيش الاعتيادي المتعدد.

مثال:

تعاقدت شركة على شراء كمية من منتوج شركة اخرى على ان ترسل بدفعات حجمها (1500) منتوج وحدد المستوى المقبول للجودة بمقدار (1.5) ومستوى التفتيش بالنوع (II). من جدول الحروف الرمزية لحجم العينات (33) نجد ان الحرف الرمزي هو (K) وبالانتقال الى الجدول (7-12) نجد ان حجم العينة يساوي (125) وتحت حقل (AQL) الذي يساوي (1.5) نجد ان رقم القبول يساوي (5) ورقم

الرفض يساوي (6). هذا يعني قبول الدفعة المؤلفة من (1500) منتوج عندما يكون عدد المعيب في العينة (5) مفردات او اقل ورفضها اذا كان العدد (6) فاكثر.

وبهذا الصدد من الضروري التطرق للحالات التي تستدعي وجوب التحول من خطة تفتيش لاخرى وهذه الحالات وضوابطها والاجراءات المناظرة لها هي:

1. حالة الانتقال من التفتيش الاعتيادي للتفتيش المشدد.

ان الشرط الرئيس لهذا الانتقال هو رفض دفعتين من اصل (5) دفعات متتالية ويمارس التفتيش المشدد برقم قبول اصغر وبحجم العينة نفسها. واستمراراً مع المثال السابق نفسه فان الجدول (7-15) يفيد ان حجم العينة لخطة التفتيش المشدد هو (125) ورقم القبول هو (3).

2. حالة الانتقال من التفتيش المشدد للتفتيش الاعتيادي

ان الشرط الرئيس لهذا الانتقال هو قبول (5) دفعات متتالية بالتفتيش المشدد.

3. حالة الانتقال من التفتيش الاعتيادي للتفتيش المخفض

يتم هذا الانتقال في حالة الايفاء بجمع الضوابط في ادناه ويخفض حجم العينة بنسبة 40٪ من حجم العينة في التفتيش الاعتيادي.

- قبول (10) دفعات متتالية كحد ادنى بالتفتيش الاعتيادي.
- اذا كان عدد المعيب في العينات العشر السابقة مساوياً الرقم المخفض الذي سيتم الانتقال اليه او اقل منه.
- عندما يظهر مستوى العمليات الانتاجية بقيمة افضل من (AQL) بمقدار انحرافين معياريين (2σ) او اكثر.
- عندما يكون الانتاج بمعدلات مستقرة ولا يوجد أي اعتراض على التفتيش المخفض من قبل الادارات المعنية في الشركة.

4. حالة الانتقال من التفتيش المخفض للتفتيش الاعتيادي

يتم الانتقال هذا عند ظهور أي حالة من الحالات الاتية:

- رفض أي دفعة.
- حدوث أي تغير بانتظام الانتاج واستقراريته.
- حصول أي اعتراض من قبل المعنيين بضبط الجودة على الاجراءات التفتيشية المتبعة.

وينبغي الاشارة الى ان المواصفة (ISO-2859) وكذلك المواصفة (MIL-STD-105D) علاوة على ما تحتويانه من منحنيات خصائص التشغيل لخطط التفتيش الواردة فيها فانهما يحققان جملة فوائد عملية اخرى في مقدمتها:

- امكانياتهما على اعطاء منحنيات معدل حجم العينة لخطط التفتيش الثنائية والمتعددة. وكما معلوم، فان المنحنيات هذه تبين المعدل المتوقع لحجوم العينات بدلالة جودة الانتاج المقدم للتفتيش، علاوة على تبيانها سبب الاختلافات المتأصلة بين الانواع الثلاث من التفتيش (الاحادي، الثنائي والمتعدد) على الرغم من ان منحنيات خصائص التشغيل لخطط العينات متشابهة تقريباً فيما بينها.
- تحدد قيم حد متوسط جودة الانتاج بعد التفتيش (AOQL) اذا تم عزل المعيب في جميع الدفعات المرفوضة. وكما معروف، يساعد التحديد هذا على رسم سياسات افضل تجاه الجودة ونظم توكيد الجودة.
- امكانيتهما على تحديد (AQL) من خلال نسب المعيب او عدد العيوب لكل (100) وحدة منتوج ولهذه المرونة في التحديد اهمية كبيرة في اتخاذ القرار النهائي بصدد جودة الدفعة لان المنتوج قد يحتوي على عيب واحد او اكثر. فاذا كان للمنتوج (10) خصائص للجودة فان عيب واحد يصنفه الى معيب اذا اعتمد التعبير عن المستوى المقبول للجودة بالنسبة المئوية للمعيب. ولكن اذا اعتمد التعبير عن المستوى المقبول للجودة (AQL) استناداً لعدد العيوب لكل (100) وحدة منتوج فان الحالة ستختلف تماماً وقد يتخذ القرار في ضوء ذلك بصالح

الدفعة. لهذا يفضل تحديد المستوى المقبول للجودة من خلال عدد العيوب لكل (100) منتوج للمنتجات التي تتفق خصائصها مع المحددات المشار اليها في اعلاه.

7.14 جداول دودج- رومج Dodge-Roming Sampling tables

كما معلوم، تختلف الجداول هذه عن المواصفة العسكرية باعتمادها فرضية مفادها وجوب تفتيش جميع الدفعات المرفوضة بنسبة 100٪ مع استبدال المعيب فيها بمفردات غير معيبة وتسمى ضوابط الفرضية هذه بخطط التفتيش المصححة. من هنا يبدو ان الجداول هذه توفر الحماية ضد الجودة الرديئة ويتم ذلك طبقاً لما ياتي:

1. اما على اساس الدفعات المنفصلة، أي خطط (LTPD)، حيث تضمن ان الدفعات ذات الجودة غير الجيدة سيكون لها احتمال قبول ضعيف ويساوي (0.1) للدفعة التي لها جودة مساوية الى (LTPD).
2. او على اساس معدل الجودة على المدى البعيد، أي خطط (AOQL)، حيث تضمن بعد جمع عمليات اخذ الدفعات والتفتيش بنسبة 100٪ للدفعات المرفوضة معدل جودة لا تتجاوز قيمته (AOQL).

ويتعين الاشارة بصدد هاتين الخطتين الى ان الخطة المبنية على اساس (LTPD) تعطي قيم حد الجودة النهائية بعد التفتيش (AOQL)، والخطة المبنية على اساس (AOQL) تعطي قيم (LTPD).

وقدر تعلق الامر بجداول دودج- رومج فان الجدول (7-16) يخص العينة الاحادية المبنية على اساس النسبة المئوية للمعيب في الدفعات (LTPD) ويبين ان جميع الخطط الواردة فيه تتضمن المخاطرة (0.1) نفسها في قبول الدفعات المقدمة للتفتيش التي تحتوي على 5٪ من المعيبات. وعلى سبيل المثال اذا تراوح معدل نسبة المعيبات لانتاج عملية معينة بين (2.01٪) و(2.5٪) فان العمود الاخير من جهة اليمين الذي تقع تحته النسبة هذه يشير الى ان الخطط تتضمن اقل تفتيش من جانب واحتمال رفض

دفعة جودتها (Pt) هو نفسه لجميع الاعمدة لذلك فان التخمين الاول سيكون غير صحيح لما تنتجه العملية. ولهذا، وبهدف توخي الدقة، ينبغي اختيار الخطة استناداً للاعتبارين الاتيين:

- الحجم الدقيق للدفعة التي ستؤخذ منها العينات.
- معدل الجودة السائدة عند المجهز للمنتوج المعني.

اما الجدول (7-17) فانه يبين إنموذجاً لخطط ثنائية مبنية على حد معدل الجودة بعد التفتيش (AOQL) والخطط هذه ملاءمة عند التفتيش بنسبة 100٪، لذلك فان جداول دودج- رومج لا تعطي أي خطط للتفتيش بالعينات لعمليات الانتاج التي يزيد متوسط معيباتها على قيم (AOQL). وجدير بالاشارة ان كلفة التفتيش بنسبة 100٪ تكون اقل من كلفة التفتيش بالعينات في الحالات التي يرفض 40٪ او اكثر من الدفعات المقدمة للتفتيش.

ومن المظاهر المهمة الاخرى التي يتعين التنويه اليها بصدد دودج- رومج، انها مبنية على اساس الحد الادنى لمعدل التفتيش الكلي (Average Total Inspection ATI) لدفعة المنتوج من عملية ذات معدل معروف. ولتوضيح ذلك نفترض ان جهة الشراء حددت معيار القبول بنسبة معيب في الدفعة (Pt) قدره (0.05) ومخاطرة المستهلك (Pc) بـ(0.1).

من الواضح جداً ان هناك عداً كبيراً من خطط التفتيش التي تلبي هذين المطلبين لوجود عدد من الاتجاهات بين حجم العينة ورقم القبول التي لها منحني خصائص تشغيل يمر من هذه النقطة. وبما ان ارقام القبول الصغيرة تستدعي تفتيشياً اجمالياً كبيراً وارقام القبول الكبيرة تتطلب ايضاً الحجم الكبير نفسه من التفتيش بسبب ضخامة حجم العينات، فان الحد الادنى للمجموع يقع في نقطة بين هاتين الحالتين المتطرفتين، لهذا فان خطط دودج- رومج تفي بمتطلبات التخفيض الى الحد الادنى لاجمالي معدل التفتيش لانها مبنية على هذا الاساس.

7.15 الجداول العسكرية (MIL-STD-414)

تسمى هذه الجداول اجراءات اخذ العينات والتفتيش بالمتغيرات للنسبة المئوية من المعيب من مضمون التسمية يتضح انها تستخدم لخطط اخذ العينات للخصائص المتغيرة هذا من جانب ومن جانب اخر فان المصطلحات المستخدمة فيها تشتمل على:

- مفهوم المستوى المقبول للجودة (AQL).
- الحروف الرمزية.
- مستويات التفتيش.
- التفتيش المخفض والمشدد.
- منحنيات خصائص التشغيل.

لهذا فانها مشابهة للمواصفة (MIL-STD-105D). وبما ان هذه الجداول تقوم على اساس افتراض التوزيع الطبيعي وتوفر المعلومات عن قابلية التغير فانها تتضمن عدداً من الاجراءات البديلة. وهذا، كما معلوم، يعطيها المرونة الكافية للتطبيق في الواقع العملي. والخطوات الواجبة الاعتماد لاختيار خطة التفتيش طبقاً لمتطلباتها هي:

1. تحديد مستوى مقبول للجودة تتراوح قيمته بين 0.04-1.5٪.
2. اختيار حرف رمزي لحجم العينة على اساس حجم الدفعة ومستوى التفتيش بالاستعانة بالجدول (7-18).
3. تحديد خطة التفتيش بالعينات من الجداول الرئيسة لاجزاء المواصفة (D,C,B)، علماً ان الجزئين (C,B) يخصان الخطط للحالات التي لا تعرف فيها قابلية التغير وتقاس بالانحراف المعياري او المدى على التوالي و(D) لخطط التفتيش في حالة معرفة قابلية التغير.

مثال:

حدد خطة التفتيش بالمتغيرات التي ستستخدم لتفتيش دفعة مكونة من (40) جهازاً كهربائياً واتخذ قرار القبول من عدمه طبقاً للمعلومات الاتية:

- درجة الحرارة القصوى للجهاز (98.3مْ).
- مستوى التفتيش هو الرابع (IV).
- AQL = 1٪.
- توزيع درجة حرارة التشغيل هو توزيع طبيعي.
- الانحراف المعياري مجهول.

الحل:

ناخذ عينة من (n) مفردة وبعد قياسها نحسب المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لها ثم نقوم بتقييم عدد الانحرافات المعيارية بين المتوسط وحدود المواصفة وبالامكان التعبير عن ذلك رياضياً كما ياتي:

1. حساب المتوسط الحسابي (X) وتحديد الانحراف المعياري (S) وقيم الحدين الاعلى والادنى للمواصفات (u-x/s) و(x-L/s).
2. اذا ظهر ان الكسر المحسوب في (1) اعلاه مساوٍ الى (K) او اكبر منه اقبل الدفعة وبخلاف ذلك ارفض الدفعة.

ومن الجدول (40) يظهر ان الحرف الرمزي هو (D) ومن الجدول الرئيس (19-7) في المواصفة (MIL-STD-414) نحصل على قيمتي (n) و(K) وهما (5)، (1.53) على التوالي. وبعد قياس درجة حرارة العينة المؤلفة من خمسة مفردات تبين انها 93.9مْ، 86.7مْ، 84.4مْ، 93.3مْ، لهذا فان المتوسط الحسابي (X) هو 90.88 مْ والانحراف المعياري (S) هو 4.51 مْ وعليه فان:

$$u - x / \sigma$$

.88 − 98.3 / 4.51 = 1.6590

وبما ان (1.65) اكبر من قيمة (K) التي هي (1.53) تقبل الدفعة.

7.16 اقتصاديات التفتيش النوعي Economics of inspection

كما معروف تتبع أي شركة صناعية طريقة من الطرائق للتاكد من مستوى الجودة لمنتجاتها الاتية:

- تفتيش جزء من الانتاج، أي التفتيش بالعينات.
- تفتيش الانتاج بالكامل، أي التفتيش بنسبة 100٪.
- عدم تفتيش الانتاج لوجود قناعة مطلقة لديها بمقدرة المكائن على الايفاء بمتطلبات الجودة وكفاية المنفذين للمسالك التكنولوجية المعدة للاغراض التصنيعية وتحملها لما يترتب على ذلك من مخاطر للمنتج والمستهلك.

وبديهي ان التقييم الاقتصادي لهذه البدائل يستدعي حساب كلفة كل نوع بغية مقارنتها مع بعضها واتخاذ القرار الصائب في ضوء ذك. والمعادلات الرياضية المستخدمة لهذا الغرض هي:

- كلفة التفتيش بنسبة 100% = NI.
- كلفة التفتيش بالعينات=

$$nI + (N - n)\, pAPa + (N - n)(1 - Pa)I$$

- كلفة الضرر وعدم ممارسة التفتيش= NPA

حيث ان:

N = عدد مفردات الدفعة الانتاجية.

I = كلفة تفتيش المفردة.

P = نسبة المعيبات في الدفعة (نوعية الدفعة).

A = كلفة الضرر الناجم عن عبور معيب خلال التفتيش.

Pa = احتمال قبول الدفعة عند تطبيق طريقة التفتيش بالعينات.

وينبغي التنويه الى ان مقارنة كلفة التفتيش بالعينات بكلفة التفتيش بنسبة 100٪ يتطلب توفير الاعتبارين الاتيين:

- الوثوق التام من تنفيذ القائمين بالتفتيش لواجبهم على الوجه الاكمل لاستبعاد أي احتمال لعبور منتج معيب من محطة التفتيش.
- التاكد المطلق من استبدال أي منتوج معيب يكتشف في اثناء التفتيش بمنتج اخر ناجح في التفتيش النوعي.

وجدير بالاشارة ان الممارسة العملية اكدت ان ابسط اسلوب وادقه في اجراء المقارنة بين كلف البدائل المشار اليها في اعلاه هو الوقوف على نقطة التعادل فيما بينها ولتكن (Pb)، حيث يمثل خارج قسمة كلفة تفتيش المفردة (I) على كلفة الضرر الناجم عن وصول منتجات معيبة الى المستهلك. ورياضياً يمكن التعبير عن ذلك بالصيغة الاتية:

$$Pb = I / A$$

والخطوات التالية بعد تحديد (Pb) تتمثل بمقارنة نوعية الدفعة (P) بها وطبقاً للتحديدين المقترحين الاتيين:

1. اذا كانت قيمة (P) اصغر من قيمة (Pb) ينبغي اعتماد طريقة التفتيش بالعينات او طريقة عدم التفتيش.
2. اما اذا كانت قيمة (P) اكبر من قيمة (Pb) فيتعين اعتماد طريقة التفتيش بنسبة 100٪.

والمثال الاتي يوضح ما تقدم ذكره فعلى افتراض ان كلفة تفتيش احد اجزاء حاسبة مايكروية هي (0.5) دينار لكل مفردة وان الضرر الناتج من عبورها التفتيش واستخدامها في تجميع الحاسبة هو (10) دنانير فان (Pb) تساوي 5٪.

$$Pb = 0.5 / 10 = 0.05 = 5\%$$

فاذا كانت النسبة المئوية المتوقعة للمعيب في هذا الجزء اكبر من 5٪ ينبغي اعتماد التفتيش بنسبة 100٪ وبخلاف ذلك، أي اذا كانت النسبة اقل من 5٪ يتعين اعتماد طريقة التفتيش بالعينات او طريقة عدم التفتيش.

وتشير الخبرة المكتسبة في هذا المجال ايضاً الى ان لاستقرارية مستوى الجودة بين الدفعات الانتاجية المتتالية من عدمها علاقة وثيقة باتخاذ القرار الصائب حول نوع التفتيش الواجب الاعتماد وطبقاً للحالات الاتية:

1. اذا اظهرت البيانات ان مستوى الجودة لعدد من الدفعات المتتالية مستقر وكانت قيمته اعلى من قيمة نقطة التعادل. فان هذا يعني عملياً عدم الحاجة لتقليل التفتيش او الاستغناء عنه والعكس وارد، أي اذا كانت القيمة اقل من قيمة نقطة التعادل وبشكل مستقر ايضاً فان هذا يستدعي التخلي عن طريقة التفتيش بالعينات واعتماد طريقة التفتيش بنسبة 100٪.
2. اما اذا اظهرت البينات ان مستوى الجودة لعدد من الدفعات المتتالية غير مستقر، أي مزيج من الدفعات بقيم اعلى من قيمة نقطة التعادل او اقل منها فان الخيار الوحيد في هذه الحالة اعتماد طريقة التفتيش بالعينات.
3. وكحالة خاصة في الصناعات الالكترونية اذا كانت كلفة فشل بعض الاجزاء في المعدات الالكترونية المعقدة عالية، وبغض النظر عن استخدام اجهزة متطورة لفحصها، فان هذا يتطلب اعتماد طريقة التفتيش بنسبة 100٪ لهذه الاجزاء.

جدول (9.7) الأرقام العشوائية [23]

10480	15011	01536	02011	81647	91646	69179	14194	62590
22368	46573	25595	85393	30995	89198	27982	53402	93965
24130	48360	22527	97265	76393	64809	15179	24830	49340
42167	93093	06243	61680	07856	16376	39440	53537	71341
37570	39975	81837	16656	06121	91782	60468	81305	49684
77921	06907	11008	42751	27756	53498	18602	70659	90655
99562	72905	56420	69994	98872	31016	71194	18738	44013
96301	61977	05463	07972	18876	20922	94595	56869	69014
89579	14342	63661	10281	17453	18103	57740	84378	25331
85475	36537	53342	53988	53060	59533	38867	62300	08158
28918	69578	88231	33276	70979	79936	56856	05859	90106
63553	40961	48235	03427	49620	69445	18663	72695	52180
09429	93969	52636	92737	88974	33488	36320	17617	30015
10365	61129	87529	85689	48237	52267	67689	93394	01511
07119	97336	71048	08178	77233	13916	47564	81056	97735
51085	12765	51821	51259	77352	16308	60756	92144	49442
02368	21382	52404	60268	89368	19885	55322	44819	01188
01011	54092	33362	94904	31273	04146	18594	29852	71585
52162	53916	46369	58586	23216	14513	83149	98736	23495
07056	97628	33787	09998	42698	06691	76988	13602	51851
48663	91245	85828	14346	09172	30168	90229	04734	59193
24164	58492	22421	74103	47070	25306	76468	26384	58151
32363	32363	05597	24200	13363	38005	94342	28728	35806
29334	27001	87637	87308	58731	00256	45834	15398	46557
02488	33062	28834	07351	19731	92420	60952	61280	50001
81525	72295	04839	96423	24878	82651	66566	14778	76797
29676	20591	68086	26432	46901	20849	89768	81536	86645
00742	57392	39064	66432	84673	40027	32832	61362	98947
05366	04213	25669	26422	44407	44047	37937	63904	45766
91921	26418	64117	94305	26766	25940	39972	22209	71500
00582	04711	87917	77341	42206	35126	74087	99547	81817
00725	69884	62797	56170	86324	88072	76222	36086	84637
69011	65795	95876	55293	18988	27354	26575	08625	40801
25976	57948	29888	88604	76917	48708	18912	82271	65424
09763	83473	73577	12908	30883	18317	28290	35797	05998
91567	42595	27958	30134	04024	86385	29880	99730	55536
17955	56349	90999	49127	20044	59931	06115	20542	18059
46503	18584	18845	49618	02304	51038	20655	58727	28168
92157	89634	94842	78171	84610	82834	09922	25417	44137
14577	62765	35605	81263	39667	47358	56873	56307	61607
98427	07523	33362	64270	01638	92477	66969	98420	04880
34914	63976	88720	82765	34476	17032	87589	40836	32427
70060	28277	39475	46473	23219	53416	94970	25832	69975
53976	54914	06990	67245	68380	82948	11398	42878	80287
90725	52210	83974	29992	65831	38857	50490	83765	55657
64364	67412	33339	31926	14883	24413	59744	92351	97473
08962	00358	31662	25388	61642	34072	81249	35648	56891
95012	68379	91526	70765	10592	04542	76463	45328	02349
15004	10493	20492	38391	91132	21999	59516	81652	27195

جدول (10.7) الاحتمالات التراكمية لتوزيع بواسون

$$P = P_0 + P_1 + \dots + P_r$$

$$P_r = \frac{(np)^r}{r!} e^{-np}$$

np \ r	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.05	0.951	0.999	1.000								
0.10	0.905	0.995	1.000								
0.15	0.861	0.990	0.999	1.000							
0.20	0.819	0.982	0.999	1.000							
0.25	0.779	0.974	0.998	1.000							
0.30	0.741	0.963	0.996	1.000							
0.35	0.705	0.951	0.994	1.000							
0.40	0.670	0.938	0.992	0.999	1.000						
0.45	0.638	0.925	0.989	0.999	1.000						
0.50	0.607	0.910	0.986	0.998	1.000						
0.55	0.577	0.894	0.982	0.988	1.000						
0.60	0.549	0.878	0.977	0.997	1.000						
0.65	0.522	0.861	0.972	0.996	0.999	1.000					
0.70	0.497	0.844	0.966	0.994	0.999	1.000					
0.75	0.472	0.827	0.959	0.993	0.999	1.000					
0.80	0.449	0.809	0.953	0.991	0.999	1.000					
0.85	0.427	0.791	0.945	0.989	0.998	1.000					
0.90	0.407	0.772	0.937	0.987	0.998	1.000					
0.95	0.387	0.754	0.929	0.984	0.997	1.000					
1.00	0.368	0.736	0.920	0.981	0.996	0.999	1.000				
1.1	0.333	0.699	0.900	0.974	0.995	0.999	1.000				
1.2	0.301	0.663	0.879	0.966	0.992	0.998	1.000				
1.3	0.273	0.627	0.857	0.957	0.989	0.998	1.000				
1.4	0.217	0.592	0.833	0.946	0.986	0.997	0.999	1.000			
1.5	0.223	0.558	0.809	0.934	0.981	0.996	0.999	1.000			
1.6	0.202	0.525	0.783	0.921	0.976	0.994	0.999	1.000			
1.7	0.183	0.493	0.757	0.907	0.970	0.992	0.998	1.000			
1.8	0.165	0.463	0.731	0.891	0.964	0.990	0.997	0.999	1.000		
1.9	0.150	0.434	0.704	0.875	0.956	0.987	0.997	0.999	1.000		
2.0	0.135	0.406	0.677	0.857	0.947	0.983	0.995	0.999	1.000		
2.2	0.111	0.355	0.623	0.819	0.928	0.975	0.993	0.998	1.000		
2.4	0.091	0.338	0.570	0.779	0.904	0.964	0.988	0.997	0.999	1.000	
2.6	0.074	0.267	0.518	0.736	0.877	0.951	0.983	0.995	0.999	1.000	
2.8	0.061	0.231	0.469	0.692	0.848	0.935	0.976	0.992	0.998	0.999	1.000
3.0	0.050	0.199	0.423	0.617	0.815	0.916	0.966	0.988	0.996	0.999	1.000
3.2	0.041	0.171	0.380	0.603	0.781	0.897	0.955	0.983	0.994	0.998	1.000
3.4	0.033	0.147	0.340	0.558	0.744	0.871	0.942	0.977	0.992	0.997	0.999
3.6	0.027	0.126	0.303	0.515	0.706	0.844	0.927	0.969	0.988	0.996	0.999
3.8	0.022	0.107	0.269	0.473	0.668	0.816	0.909	0.960	0.984	0.994	0.998
4.5	0.011	0.061	0.174	0.312	0.532	0.703	0.831	0.913	0.960	0.983	0.993
5.0	0.007	0.040	0.125	0.265	0.440	0.616	0.762	0.867	0.932	0.968	0.986
5.5	0.005	0.027	0.088	0.201	0.358	0.529	0.686	0.810	0.894	0.946	0.975
6.0	0.002	0.017	0.062	0.151	0.285	0.446	0.606	0.744	0.847	0.916	0.957
6.5	0.001	0.011	0.043	0.112	0.224	0.370	0.527	0.673	0.792	0.877	0.933
7.0	0.001	0.007	0.030	0.082	0.173	0.301	0.450	0.599	0.729	0.830	0.901
7.5	0.001	0.005	0.021	0.059	0.133	0.242	0.379	0.525	0.662	0.777	0.863
8.0	0.000	0.003	0.014	0.042	0.100	0.191	0.313	0.453	0.593	0.717	0.816
8.5	0.000	0.002	0.009	0.030	0.074	0.150	0.256	0.386	0.523	0.653	0.763
9.0	0.000	0.001	0.006	0.021	0.055	0.116	0.207	0.324	0.456	0.587	0.706
9.5	0.000	0.001	0.004	0.015	0.040	0.089	0.165	0.269	0.392	0.522	0.645
10.0	0.000	0.000	0.003	0.010	0.029	0.067	0.130	0.220	0.333	0.458	0.583

تابع جدول (10.7)

np \ r	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
3.4	1.000											
3.6	1.000											
3.8	0.999	1.000										
4.0	0.999	1.000										
4.5	0.997	0.999	1.000									
5.0	0.995	0.998	0.999	1.000								
5.5	0.989	0.995	0.998	0.999	1.000							
6.0	0.980	0.991	0.996	0.999	1.000							
6.5	0.966	0.984	0.993	0.997	0.999	1.000						
7.0	0.947	0.973	0.987	0.994	0.998	0.999	1.000					
7.5	0.921	0.958	0.978	0.990	0.996	0.998	0.999	1.000				
8.0	0.888	0.936	0.966	0.983	0.992	0.996	0.998	0.999	1.000			
8.5	0.849	0.909	0.949	0.973	0.986	0.993	0.997	0.999	0.999	1.000		
9.0	0.803	0.876	0.926	0.959	0.978	0.989	0.995	0.998	0.999	1.000		
9.5	0.752	0.836	0.898	0.940	0.967	0.982	0.991	0.996	0.998	0.999	1.000	
10	0.697	0.792	0.864	0.917	0.951	0.973	0.986	0.993	0.997	0.998	0.999	1.000

$$P' = P_0 + P_1 + \cdots + P_r$$

$$P_r = \frac{(np)^r}{r!} e - np$$

جدول (11.7) للحروف الرمزية بالعلاقة مع حجم الدفعة للتفتيش بالصفات التميزية (MIL - STD - 105 D)

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspectin levels		
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and Over	D	E	H	K	N	Q	R

جدول (12-7) للعينات الأحادية والتفتيش الاعتيادي (MIL-STD-105D_II-A)

Sample size code letter	Sample size	0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000
		Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re
A	2	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45
C	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑
D	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑
E	13	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	30 31	44 45	↑	↑	↑
F	20	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑
G	32	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
H	50	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
J	80	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
K	125	↓	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
L	200	↓	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
M	315	↓	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
N	500	↓	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
P	800	↓	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Q	1250	0 1	↑	↓	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
R	2000	↑	↑	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	10 11	14 15	21 22	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.

↑ = Use first sampling plan above arrow.

Ac = Acceptance number

Re = Rejection number

جدول (7-13) معينات الثنائية والتفتيش الاعتيادي (MIL-STD-105D.III-A)

جدول (14-7) للعينات متعددة والتفتيش الاعتيادي (MIL-STD-105D,IV-A)

جدول (15-7) خطط التفتيش الأحادية والثنائية والمتكررة للحرف الرمزي (k)

Type of sampling plan	Cumulative sample Size	Acceptable Quality Llevels (Normal inspection)																	Cumulative sample Size
		Less than 0.10	0.10	0.15	-	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5		4.0		6.5		10	Higher	
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
Single	125	▽	0 1	Use	Use	Use	1 2	2 3	3 4	5 6	7 8	8 9	10 11	12 13	14 15	18 19	21 22	△	125
Double	80	▽	*	Letter	Letter	Letter	0 2	0 3	1 4	2 5	3 7	3 7	5 9	6 10	7 11	9 14	11 16	△	80
	160			F	M	[illegible]	1 2	3 4	4 5	6 7	8 9	11 12	12 13	15 16	18 19	23 24	26 27		160
Multiple	32	▽	*				# 2	# 2	# 3	# 4	0 4	0 4	0 5	0 5	1 7	1 8	2 9	△	32
	64						# 2	0 3	0 3	1 5	1 6	2 7	3 8	3 9	4 10	6 12	7 14		64
	96						0 2	0 3	1 4	2 6	3 8	4 9	6 10	7 11	8 13	11 17	13 19		96
	128						0 3	1 4	2 5	3 7	5 10	5 11	9 13	10 11	12 17	16 22	19 25		128
	160						1 5	2 4	3 6	5 8	7 11	9 12	11 15	14 17	17 20	22 25	25 29		160
	192						1 5	3 5	4 6	7 9	10 12	12 14	14 17	18 20	21 23	27 29	31 33		192
	224						2 3	4 5	6 7	9 10	13 14	14 15	18 19	21 22	25 26	23 33	37 38		224
		Less than 0.15	0.15	-	0.25	0.4	0.65	1	1.5	2.5		4		6.5		10		Higher than 10	
		Acceptable Quality Llevels (tightened inspection)																	

جدول (7-16) التفتيش الأحادي (LTPD = 5%)

	Process average 0 to 0.05%			Process average 0.06 to 0.50%			Process average 0.51 to 1.00%			Process average 1.01 to 1.50%			Process average 1.51 to 2.00%			Process average 2.01 to 2.50%		
			AOQL			AOQL			AOQL			AOQL			AOQL			AOQL
Lot size	n	c	%	n	c	%	n	c	%	n	c	%	n	c	%	n	c	%
1-30	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
31-50	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49	30	0	0.49
51-100	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63	37	0	0.63
101-200	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74	40	0	0.74
201-300	43	0	0.74	43	0	0.74	70	1	0.92	70	1	0.92	95	2	0.99	95	2	0.99
301-400	44	0	0.74	44	0	0.74	70	1	0.99	100	2	1.0	120	3	1.1	145	4	1.1
401-500	45	0	0.75	75	1	0.95	100	2	1.1	100	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.2
501-600	45	0	0.76	75	1	0.98	125	2	1.1	125	3	1.2	150	4	1.3	175	5	1.3
601-800	45	0	0.77	75	1	1.0	130	2	1.2	130	3	1.2	175	5	1.4	200	6	1.4
801-1000	45	0	0.78	75	1	1.0	150	2	1.2	155	4	1.3	180	5	1.4	225	7	1.5
1001-2000	45	0	0.80	75	1	1.0	130	3	1.4	180	5	1.5	230	7	1.7	280	9	1.8
2001-3000	75	1	1.1	105	2	1.3	135	3	1.4	210	6	1.7	280	9	1.9	370	13	2.1
3001-4000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	210	6	1.7	305	10	2.0	420	15	2.2
4001-5000	75	1	1.1	105	2	1.3	160	4	1.5	235	7	1.8	330	11	2.0	440	16	2.2
5001-7000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	350	12	2.2	490	18	2.4
7001-10 000	75	1	1.1	105	2	1.3	185	5	1.7	260	8	1.9	380	13	2.2	535	20	2.5
10 001-20 000	75	1	1.1	135	3	1.4	210	6	1.8	285	9	2.0	425	15	2.3	610	23	2.6
20 001-50 000	75	1	1.1	135	3	1.4	235	7	1.9	305	10	2.1	470	17	2.4	700	27	2.7
50 001-100 000	75	1	1.1	160	4	1.6	235	7	1.9	355	12	2.2	515	19	2.5	770	30	2.8

*n = sample size. c = acceptance number
AOQL = average outgoing quality limit
"All" indicates that each piece in the lot is to be inspected
Source. From H F Dodge and H.G. Roming, Sampling Inspection Tables, 2nd tables ed. John Wiley & Sons Inc New York, 1959

جدول (17-7) التفتيش الثنائي (AOQL = 1%)

	Process average C to 0.02%						Process average 0.03 to 0.20%						Process average 0.21 to 0.40%					
	Trial 1		Trial2			P_t	Trial 1		Trial2			P_t	Trial 1		Trial2			P_t
Lot Size	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_2	%	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_2	%	n_1	c_1	n_2	n_1+n_2	c_2	%
1-25	All	0	–	–	–	–	All	0	–	–	–	–	All	0				
26-50	22	0	–	–	–	7.7	22	0	–	–	–	7.7	22	0	–	–	–	7.7
51 - 100	33	0	17	50	1	6.9	33	0	17	50	1	6.9	33	0	17	50	1	6.9
101 - 200	43	0	22	65	1	5.8	43	0	22	65	1	5.8	43	0	22	65	1	5.8
201 -300	47	0	28	75	1	5.5	47	0	28	75	1	5.5	47	0	28	75	1	5.5
301- 400	49	0	31	80	1	5.4	49	0	31	80	1	5.4	55	0	60	115	2	4.8
401 - 500	50	0	30	80	1	5.4	50	0	30	80	1	5.4	55	0	65	120	2	4.7
501 - 600	50	0	30	80	1	5.4	50	0	30	30	1	5.4	60	0	65	125	2	4.6
601 - 800	50	0	35	85	1	5.3	60	0	70	130	2	4.5	60	0	70	130	2	4.5
801 - 1000	55	0	30	85	1	5.2	60	0	75	135	2	4.4	60	0	75	135	2	4.4
1001- 2000	55	0	35	30	1	5.1	65	0	75	140	2	4.3	75	0	120	195	3	3.8
2001 - 3000	65	0	80	145	2	4.2	65	0	80	145	2	4.2	75	0	125	200	3	3.7
3001-4000	70	0	60	150	2	4.1	70	0	80	150	2	4.1	80	0	175	255	4	3.5
4001-5000	70	0	80	150	2	4.1	70	0	80	150	2	4.1	80	0	180	260	4	3.4
5001-7000	70	0	80	150	2	4.1	75	0	125	200	3	3.7	80	0	180	260	4	3.4
7001-10000	70	0	80	150	2	4.1	80	0	125	205	3	3.6	85	0	180	265	4	3.3
10001-20000	70	0	80	150	2	4.1	80	0	130	210	3	3.6	90	0	230	320	5	3.2
20001-50000	75	0	80	155	2	4.0	80	0	135	215	3	3.6	95	0	300	395	6	2.9
50001-100000	75	0	80	155	2	4.0	85	0	180	265	4	3.3	170	0	380	550	8	2.6

*Trial 1 : n_1 =first sample size; c_1 = acceptance number for first sample.

Trial 2 : n_2 = second sample size; c_2 =acceptance number for first and second samples combined.

P_t =lot tolerance percent defective with a consumer's risk P_c of 0.010

"All" indicates that each piece in the lot is to be inspected

Source : From H. F. Dodge and H. G. Roming. Sampling inspection tables, 2nd ed., John Wiley & Sons, Inc., New York, 1959

جدول (7-18) للحروف الرمزية بالعلاقة مع حجم الدفعة للتفتيش للمواصفات المتغيرة (MIL-STO- 414)

Lot Size	Inspection Levels				
	I	II	III	IV	V
3 to 8	B	B	B	B	C
16 to 15	B	B	B	B	D
16 to 25	B	B	B	C	E
26 to 40	B	B	B	D	F
41 to 65	B	B	C	E	G
66 to 110	B	B	D	F	H
111 to 180	B	C	E	G	I
181 to 300	B	D	F	H	J
301 to 500	C	E	G	I	K
501 to 800	D	F	H	J	L
801 to 1300	E	G	I	K	L
1301 to 3200	F	H	J	L	M
3201 to 8000	G	I	L	M	N
8001 to 22000	H	J	M	N	O
22001 to 110000	I	K	N	O	P
110000 to 550000	I	K	O	P	Q
550001 and over	I	K	P	Q	Q

جدول (7-19) التفتيش الاعتيادي والمشدد بمجهولية الانحراف المعيادي

Single specification limit. form I															
		Acceptable quality levels (normal inspection)													
Sample size	Sample	0.04	0.065	1.0	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00
code letter	size	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k	k
B	3								▼	▼	1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
C	4							▼	1.45	1.34	1.17	1.01	0.814	0.617	0.393
D	5					▼	▼	1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	0.874	0.675	0.455
E	7				▼	2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	0.955	0.755	0.536
F	10	▼	▼	▼	2.24	2.11	1.98	1.74	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	0.828	0.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	0.886	0.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	0.917	0.695
I	25	2.72	2.61	2.5	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	0.936	0.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	0.946	0.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	0.969	0.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.44	2.31	2.18	2.30	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	0.971	0.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	0.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	0.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.65	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	0.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.845
		0.065	0.1	0.15	0.25	0.4	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.00	15.00	
		Acceptable quality levels (tightened inspection)													

جدول (7-20) قيم مخاطرة المنتج والمستهلك لمختلف حجوم العينات وأرقام القبول

S.I.E.I

Approve By	Dept.	Date issued	Issued by	Issue No	Page No	Reg No.
Dr.Ismail	QC	October 1979	Terelius	2	Appendix	9.1

P10,P50,P95 in %, n = Sample size, c = maximum allowable number of defective pieces.

c		n: 2	3	5	8	13	20	32	50	80	125	200	315	500	800
c=0	P95	25	17	10	0.64	0.39	0.26	0.16	0.1	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01
	P50	29	21	13	8.3	5.2	3.4	2.1	1.4	0.86	0.66	0.35	0.22	0.14	0.09
	P10	68	54	37	25	16	11	6.9	4.5	2.8	1.8	1.2	0.37	0.46	0.29
c=1	P95				4.6	28	1.8	1.1	0.71	0.44	0.28	0.18	0.11	0.07	0.04
	P50				20	13	8.3	5.2	3.3	2.1	1.3	0.84	0.53	0.34	0.21
	P10				41	27	18	12	7.6	4.9	3.1	2	1.2	0.78	0.49
c=2	P95					42	28	1.7	1	0.65	0.41	0.26	0.16	0.10
	P50					13	8.3	5.3	3.3	2.1	1.3	0.86	0.54	0.33
	P10					25	16	10	6.5	4.3	2.7	1.7	1.1	0.67
c=3	P95						4.4	2.8	1.7	1.1	0.68	0.43	0.27	0.17
	P50						11	7.3	4.6	2.6	1.8	1.2	0.73	0.46
	P10						20	13	8.2	5.4	3.3	2.1	1.3	0.84
c=5	P95							5.3	3.3	2.1	1.3	0.83	0.52	0.33
	P50							11	7.1	4.5	2.8	1.8	1.1	0.71
	P10							18	11	7.4	4.8	2.9	1.9	1.2
c=7	P95								5.1	3.2	2	1.3	0.8	0.5
	P50								9.6	6.1	3.8	2.4	1.5	0.95
	P10								14	9.4	5.9	3.7	2.4	1.5
c=10	P95									4.9	3.1	2	1.2	0.77
	P50									8.5	5.3	3.4	2.1	1.3
	P10									12	7.7	4.9	3.1	1.9
c=14	P95										4.5	2.9	1.9	1.2
	P50										7.3	4.7	2.9	1.8
	P10										10	6.4	4	2.5
c=21	P95											4.7	3	1.9
	P50											6.9	4.3	2.7
	P10											9	5.6	3.5

OC- Curve Probability of acceptance %

P AQL

100

95

50

10

0

P95 P50 P10

AQL

Percent defective

AQL= Maximum Percent defective that, for purposes of sampling inspection can be considered satisfactory as a process average.

P_{AQL}= Probability of acceptance of lots having a percent defective aqual to AQL (ranges from 88% to 99% for the sampling acceptance plans specified under Normal inspection level)

P10 = Percent defective having a probability of acceptance of 10%

P50 = Percent defective having a probability of acceptance of 50%

P95 = Percent defective having a probability of acceptance of 95%

Ref ABC-STD-105 (MIL-STD-105D or ISO 2859)

أسئلة وتمارين الفصل السابع

.1

أ. استخدِم جدول العينات الأحادية ومستوى التفتيش 11 لتفتيش دفعة تتألف من 2500 منتوج وبمستوى مقبول للجودة AQL= 4 فما هو حجم العينة ورقم القبول عند استخدام التفتيش الاعتيادي وعند استخدام التفتيش المشدد؟.

ب. استخدم جدول قيم توزيع بواسون التراكمية في حساب احتمال قبول الدفعة الواردة في (أ) أعلاه عندما تحتوي الدفعة على 4٪ معيبات، باستخدام التفتيش الاعتيادي والتفتيش المشدد؟

جـ. ما هو حجم العينة ورقما القبول والرفض عند استخدام جدول التفتيش الأحادي المخفض لتفتيش الدفعة الواردة في أ. أعلاه؟

د. افرض أن نسبة المعيبات في الدفعة كانت 8٪ تحت ظروف التفتيش المخفض الواردة في الفقرة جـ. أعلاه. احسب باستخدام جدول قيم احتمالات بواسون الاحتمالات التالية:

1. قبول الدفعة واستمرار التفتيش المخفض.
2. قبول الدفعة والتحول إلى التفتيش الاعتيادي.
3. رفض الدفعة.

2. دفعة إنتاجية يبلغ عدد مفرداتها 5000 منتوج أجري عليها التفتيش باستخدام جدول التفتيش الاعتيادي للعينة المفردة من المواصفة الدولية ISO- 2859 وكان المستوى المقبول للجودة AQL= 1. إحسب مخاطرة المنتج والمستهلك وحد معدل المنتجات الخارجة AOQL لهذه الخطة.

3. تسلم شركة معينة دفعات مصابيح في كل دفعة 2000 مصباح وتستخدم للتفتيش عليها خطة العينة المفردة، فإذا كان حجم العينة n = 200 ورقم القبول Ac =2.

احسب جودة المنتجات الخارجة AOQ عندما تكون نسبة المعيبات في الدفعات الواردة 0.8٪.

4. في خطة للتفتيش بالعينات الأحادية بموجب مواصفة الآيزو ISO-2859 ومستوى التفتيش II والمستوى المقبول للجودة AQL = 1.5. وكان حجم الدفعة 15000 منتوج.

أ. ماهي حجوم العينات وأرقام القبول عند استخدام التفتيش الاعتيادي المخفض، والمشدد؟

ب. افرض أن نسبة المعيبات في الدفعة في الدفعة P = 3٪ فما هو احتمال قبول الدفعات الواردة في أ. أعلاه؟

5. تستورد شركة تجارية أجهزة تلفزيون من شركة أجنبية حيث تسلم كل أسبوع من السنة دفعة تتألف من 300 جهاز تأخذ الشركة المستوردة عينة من 50 جهاز للتفتيش من كل دفعة حيث تقبل الدفعة إذا كان فيها معيب واحد أو أقل. فإذا كانت نسبة المعيبات في الأجهزة الموردة تتراوح من 0-10٪ فما هو أعلى عدد من الأجهزة المعيبة يمكن أن يمر بعد التفتيش من كل دفعة وما هي مخاطرة المنتج والمستهلك باستخدام خطة التفتيش المذكورة؟.

6. تسلم إحدى منشآت صناعة النضائد صناديق النضيدة من جهة أخرى بشكل دفعات أسبوعية عدد الصناديق في كل دفعة 20.000 صندوق تتراوح نسبة المعيبات فيها من 0-4٪. فإذا كانت المنشأة المستلمة تستخدم خط للتفتيش بالعينات لها حجم عينة n= 300 ورقم قبول Ac = 5. فما هي نسبة المعيبات في الصناديق المجهزة التي يستطيع بموجبها المجهز إدخال أعلى نسبة من الصناديق المعيبة إلى مخازن المنشأة المستلمة وكم تبلغ؟.

.6

أ. دفعة عددها 5000 مصباح يتم التفتيش عليه باستخدام جدول العينات الأحادية الاعتيادي وبقيمة AQL=0.040 فما حجم العينة..... وما رقم القبول....؟.

ب. في جدول العينات الثنائية الاعتيادي عندما يكون الحرف الرمزي K والمستوى المقبول للجودة AQL =0.25 فإن حجم العينة الأولى...... ورقم القبول الأول....... وحجم العينة الثاني........ ورقم القبول الثاني..........؟

جـ. في جدول العينات المتعددة الاعتيادي عندما يكون الحرف الرمزي G والمستوى المقبول للجودة AQL = 1.5 فإن المجموع التراكمي للعينات الستة الأولى يساوي.... ورقم القبول السادس...... ورقم الرفض السادس.....؟

د. في جدول التفتيش بالعينات الأحادية الاعتيادي عندما يكون حجم العينة n =125 ورقم القبول Ac=1 ورقم الرفض Re = 2 فإن الحرف الرمزي هو...... والمستوى المقبول للجودة AQL =.......؟

هـ. لخطة التفتيش بالعينات التي عدد مفردات العينة فيها n =32 ورقم القبول Ac =2.. تبلغ مخاطرة المنتج...... ومخاطرة المستهلك.....؟.

.8

أ. بموجب جدول التفتيش للمواصفة الدولية ISO-2859 فإن احتمال قبول الدفعات التي تتساوى بجوتها مع المستوى المقبول للجودة AQL هو........

ب. يتم الانتقال من جدول التفتيش الاعتيادي إلى المشدد عند.......

جـ. يستعمل للعيوب الرئيسية قيم مستوى مقبول للجودة AQL تساوي.....

9. أي من قيم نسبة المعيبات P على منحنى خواص التشغيل OC-Curve تقابل دائماً قيمة المستوى المقبول للجودة AQL بموجب مواصفة الأيزو ISO-2859:

أ.0.05 ب. 0.10 جـ. 0.90 د.0.95 هـ. لاواحدة من هذه.

10. كلما كان منحنى خواص التشغيل OC-Curve أكثر انحداراً:

أ. يعطي حماية أقل للمنتج والمستهلك.

ب. يمثل حماية أكبر للمنتج والمستهلك.

جـ. كلما كانت قيمة AQL أصغر.

د. كلما كان حجم العينة أصغر.

11. قيمتان تحددان بصورة وحيدة خطة التفتيش أحادية بالخواص المميزة هما:

أ.AOQL وLTPD.

ب. حجم العينة ورقم الرفض.

جـ. المستوى المقبول للجودة ومخاطرة المنتج.

د.LTPD مجازفة المستهلك.

هـ. المستوى المقبول للجودة و LTPD.

12. إذا كانت قيمة المستوى المقبول للجودة AQL = 1 فإن ذلك يعني:

أ. تعرض المُنتج إلى مجازفة قليلة برفض دفعات تحتوي على 1 ٪ معيبات أو أقل.

ب. جميع الدفعات المقبولة تحتوي على 1٪ معيبات أو أقل.

جـ. إن حد معدل جودة خطة التفتيش هو 1٪.

د. إن مستوى معدل الجودة في هذه الخطة هو 1٪.

هـ. جميع الدفعات تحتوي على 1٪ معيبات أو أقل.

13. قبل استخدام أية خطة للتفتيش بالعينات يؤخذ بالاعتبار ما يلي:

أ. تحديد مخاطرة المنتج والمستهلك.

ب. تحديد الخواص التي يتم تفتيشها.

جـ. تحديد الظروف (أن يتجمع الإنتاج بدفعات أو بتفتيش عليه بأخذ عينات بصورة مصورة مستمرة).

د. جميع النقاط واردة.

14. احتمال قبول دفعة منتجة بما يطابق المستوى المقبول للجودة AQL يعرف كما يلي:

أ. α ب. β جـ. AQL د. $1 - \alpha$ هـ. $1 - \beta$

15. رفضت دفعة منتجات وقد وجد بأنها تحتوي على 20٪ من المعيبات.

ما هو احتمال أن الدفعة كانت ستقبل على فرض أن حجم العينة $n = 10$ ورقم القبول $Ac = 0$ ورقم الرفض $Re = 1$؟

أ. 0.89 ب. 0.63 جـ. 0.01 د. 0.80 هـ. 0.11.

الفصل الثامن

أدوات تشخيص مسببات الأنحراف في جودة الإنتاج

Diagnostic tools for the causes of deviation in production quality

الفصل الثامـــن

أدوات تشخيص مسببات الانحراف في جودة الإنتاج

Diagnostic tools for the causes of deviation in production quality

1.8 مخطط السبب والنتيجة.

2.8 مخـــطط باريتـــو.

3.8 تحليــــل الترابــط.

معروف لدى العاملين في إدارات ضبط الجودة في المنشآت الصناعية، أن مسببات انحراف الجودة بنوعين أساسيين يتمثل الأول بالعوامل الصدفية والثاني بعوامل نظامية ومعروف كذلك وجوب التركيز على تشخيص مسببات الانحرافات النظامية وتحليلها بصيغ دقيقة لأنها تؤثر بشكل كبير على زيادة نسب المعيب إذا لم يتم مواجهتها بالوقت والمكان اللازمين بغية إعادة الإنتاج إلى القياسات المطلوبة وبحدود التفاوتات المحددة.

ومن المفيد بهذا الصدد، الإشارة إلى أن الدول الصناعية المتطورة في مجال ضبط الجودة كاليابان مثلاً تستخدم (7) أنواع من الأدوات لتشخيص مسببات الانحرافات في جودة الإنتاج والعمل على إعادتها بالسرعة المطلوبة لوضعها الطبيعي من خلال اتخاذ الإجراءات التصحيحية الكفيلة بإزالة المسببات بالوقت المناسب [26]. وبهدف الاستفادة من تجارب الغير يتعين التطرق لأهم جزء من هذه الأساليب وتطبيقاتها بشيء من التفصيل وكما يلي:

1.8 مخطط السبب والنتيجة Cause & Effect Diagram:

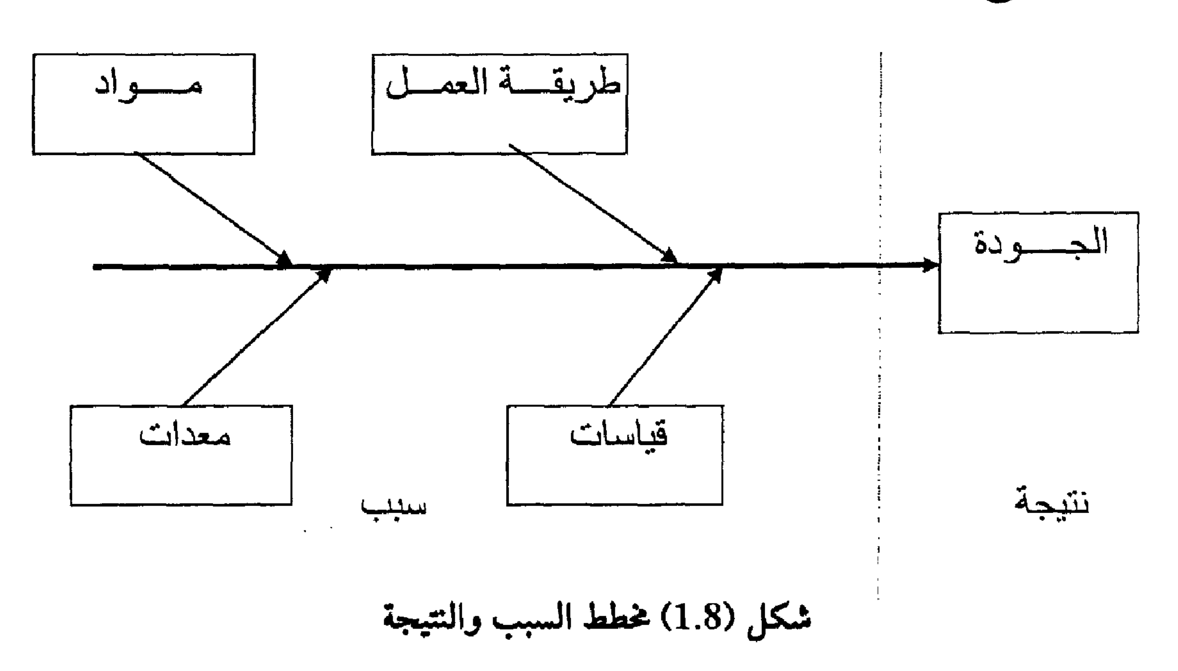
من الثابت عملياً أن العوامل المسببة للتشتت في خواص الجودة هي:

- المواد الأولية، وذلك بسبب اختلافات مصادر التجهيز أو وجود اختلافات طفيفة في الأبعاد التي هي ضمن الحدود المسموح بها.
- المكائن والمعدات الإنتاجية، وذلك بسبب الاستهلاك الطفيف في مساند المحاور أو التمدد نتيجة لاشتغال الماكنة ساعات متواصلة.
- طريقة أداء العمل، حيث يوجد يقيناً اختلاف طفيف بين أسلوب أداء أي فرد عن الآخر طبقاً لدرجة مهارته وحرصه.
- أساليب القياس.

أما المحددات التي تعبر عن خواص الجودة فإنها متعددة منها:

- الأبعاد.
- الصلابة.
- النسبة المئوية للمعيبات.

وبغية إيضاح العلاقة المتبادلة بين السبب والنتيجة تم التعارف على تسمية الأسباب بعوامل التشتت والنتيجة بالمحددات الكمية لخواص الجودة [26]. والشكل (1.8) يوضح ذلك.



شكل (1.8) مخطط السبب والنتيجة

1.1.8 الخطوات العامة لتصميم مخطط السبب والنتيجة General steps for the design of cause and effect diagram

معلوم لدى المتخصصين بنشاط ضبط الجودة في المنشآت الصناعية، أن مخطط السبب والنتيجة يساعد على فرز مسببات التشتت ومن ثم تنظيم العلاقة المتبادلة فيما بينها. والخطوات الواجبة الاعتماد لتصميم المخطط هي:

الخطوة الأولى تحديد خاصية الجودة:

وجد على سبيل المثال أن أغلب المعيب لإنتاج معين جاء بسبب اهتزاز الماكنة أثناء اشتغالها وهذا التشخيص هو مضمون تحديد الخاصية المؤثرة على الجودة الواجب مراقبتها بهدف التخلص منها وإزالتها.

الخطوة الثانية رسم خاصية الجودة:

بعد الوقوف على الخاصية المؤثرة على الجودة والمطلوب مواجهتها توضع داخل مستطيل كبير في الجهة اليمنى وتوصل بسهم يبدأ من الجهة اليسرى وكما في الشكل (2.8).



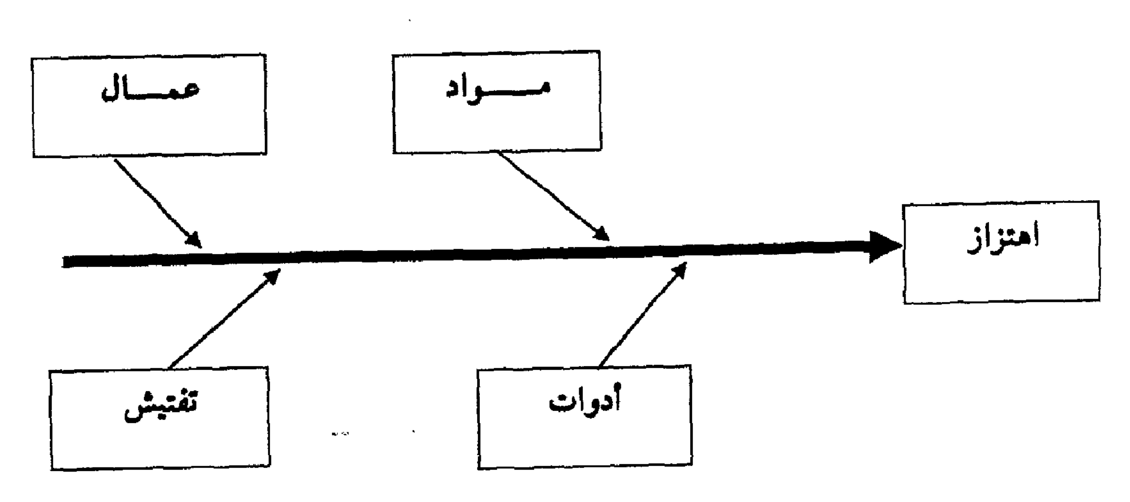
شكل (2.8) طريقة وضع النتيجة أمام سهم الأسباب

الخطوة الثالثة تسجيل العوامل المسببة لخاصية الجودة:

يتم في هذه الخطوة تحديد كافة العوامل التي تسبب التشتت وكانت:

- المواد الأولية.
- المكائن أو المعدات أو الأدوات الإنتاجية.
- طريقة العمل (العمال المنفذين).
- أسلوب التفتيش والقياس.

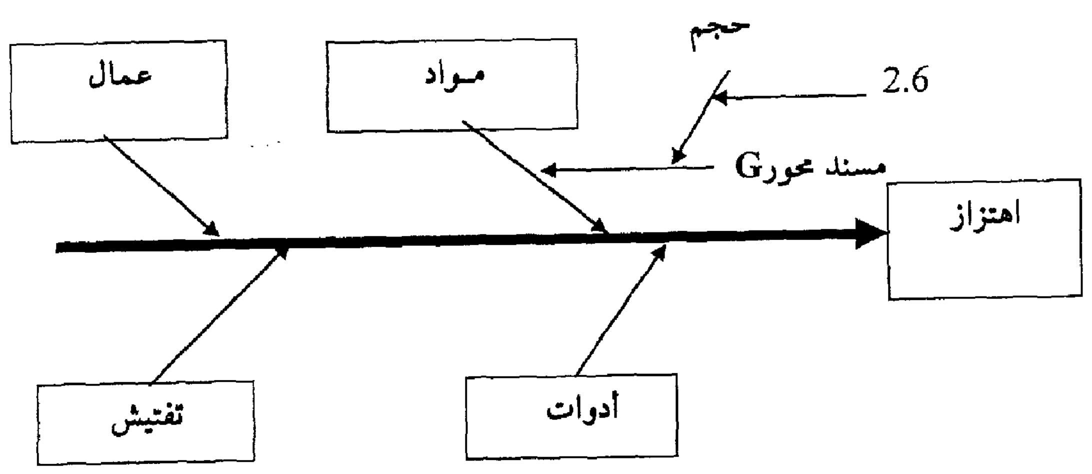
ثم يوضع كل عامل داخل مستطيل ويربط كل مستطيل بسهم فرعي مع السهم الرئيس. والشكل (3.8) يوضح ذلك.



شكل (3.8) أسلوب وضع الأسهم الأولية باتجاه السهم الرئيس

الخطوة الرابعة: تحديد فقرات العوامل وتأشيرها:

بعد حصر العوامل المشار إليها في الخطوة الثالثة يتوجب تحديد مسببات كل عامل من العوامل وتأشيرها بصيغة مزيج من الأغصان الرئيسة والفرعية والشكل (4.8) يبين ذلك على مستوى عامل واحد من العوامل.



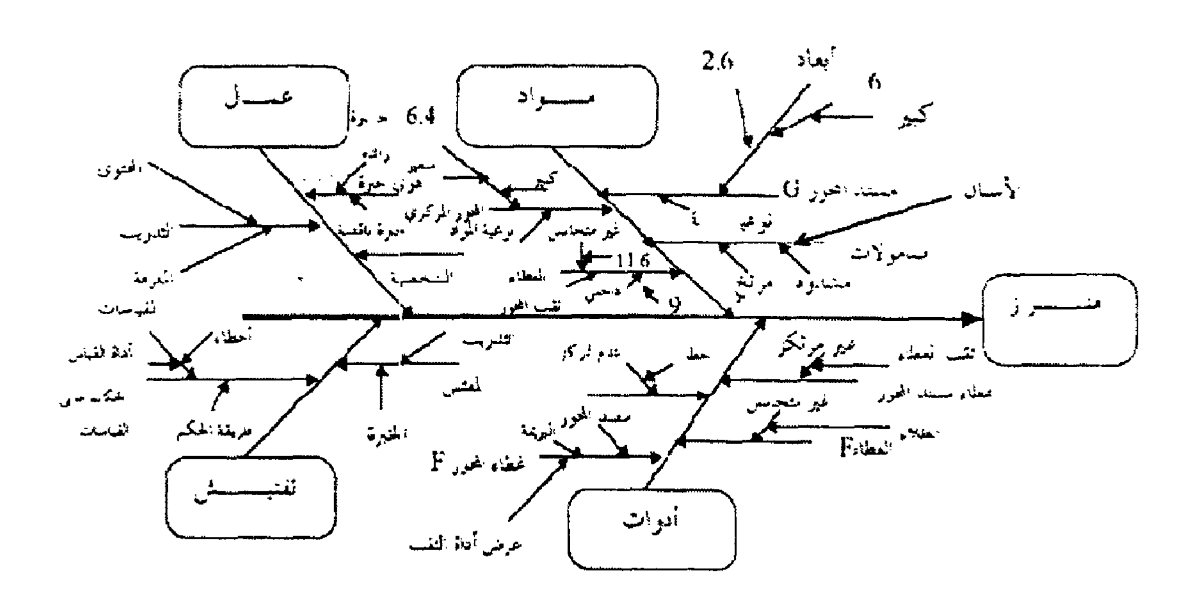
شكل (4.8) أسلوب وضع الأسهم الفرعية باتجاه الأسهم الأولية

الخطوة الخامسة رسم المخطط المتكامل للسبب والنتيجة:

إن رسم مخطط السبب والنتيجة المتكامل يستدعي تحليلاً مفصلاً لمسببات التشتت للإجابات عن الأسئلة الآتية وأسلوب تأشيرها:

- ما هو السبب الرئيس للمعيب؟ إن السبب الرئيس هو اهتزاز الماكنة، لهذا فإن الاهتزاز خاصية الجودة.
- لماذا حدث الاهتزاز؟ حدث الاهتزاز بسبب وجود تشتت في المواد، لهذا يؤشر التشتت في المخطط كفرع كبير.
- لماذا حدث التشتت في المواد؟ حدث بسبب التشتت في مسند المحور G، لهذا يؤشر مسند المحور كفرع صغير من الفرع الكبير.
- لماذا حدث التشتت في مسند المحور G؟ حدث بسبب التشتت في النقطة التي بعدها 2.6 مم، ولهذا تؤشر هذه النقطة كفرع أصغر من الفرع الصغير.

ومن البدهي، أن الاستمرار بطرح الأسئلة والإجابة عليها بشكل مفصل ولكافة العوامل المسببة لخاصية الجودة وتأشيرها في المخطط طبقاً لتصنيفها المشار إليه في أعلاه يمكّن من رسم مخطط السبب والنتيجة بالصيغة التي توضح بشكل دقيق العلاقة المتبادلة بين السبب والنتيجة. والشكل (5.8) يوضح ذلك.



شكل (5.8) مخطط السبب والنتيجة للاهتزاز (تحليل التشتت)

2.1.8 طرق تصميم مخططات السبب والنتيجة Ways to design cause and effect diagrams:

هناك ثلاث طرق لتصميم مخططات السبب والنتيجة واختيار الطريقة المتناسبة مع نوع وطبيعة الإنتاج يعتمد على أسلوب التنظيم وطريقة ترتيب المسببات ودرجة الدقة المستهدفة ضمن وبحدود السماحات المحددة وهذه الطرق هي:

- تحليل التشتت.
- تصنيف عملية الإنتاج.
- تعديد المسببات.

الطريقة الأولى: تحليل التشتت:

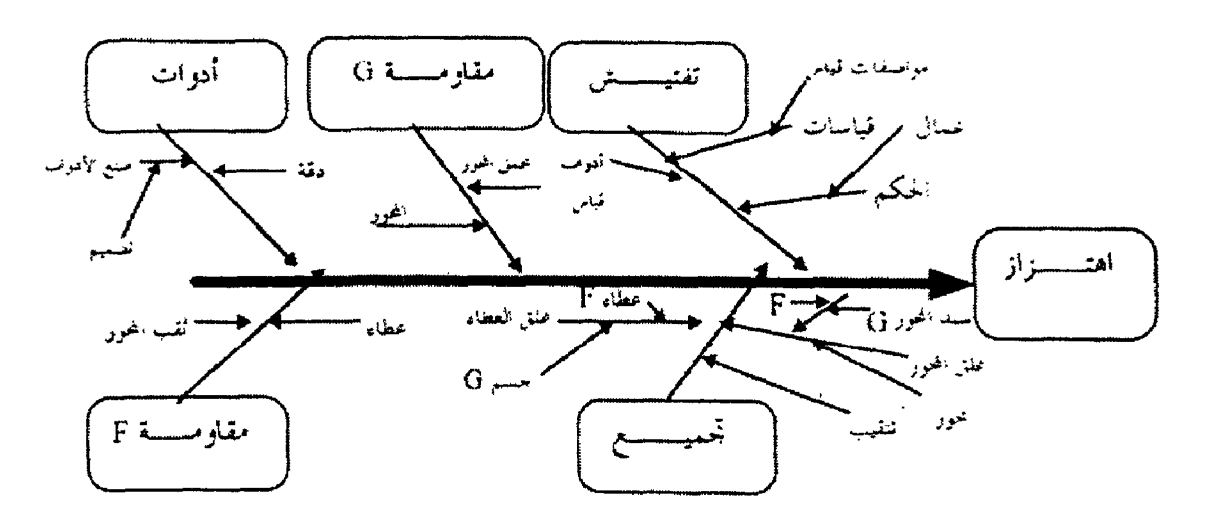
إن ما ورد في الخطوة الخامسة من الخطوات العامة لتصميم مخطط السبب والنتيجة وما انتهت إليه بالشكل (5.8) هو مضمون تطبيقات هذه الطريقة. ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد هذه الطريقة احتواءها على نقاط قوة بجانب نقاط ضعف.

فالقوة تكمن باعتماد التجزئة التفصيلية للتشتت الأمر الذي يساعد بشكل فاعل على إحكام عملية الربط بين العوامل المسببة للتشتت. أما نقاط الضعف فمتمثلة بعدم الوقوف أحياناً على المسببات الفرعية الصغيرة للتشتت، إضافة لرسم المخطط من قبل فرد واحد، أي الفرد القائم بالعمل، الأمر الذي قد يترتب عليه قصور غير متعمد في تفسير نتائج التحليلات.

الطريقة الثانية: تصنيف عملية الإنتاج:

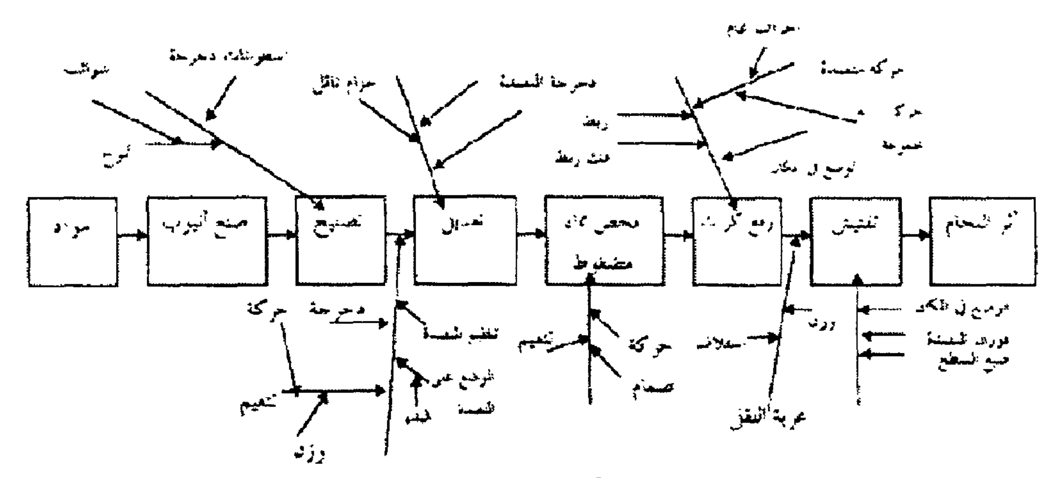
طبقاً لمتطلبات هذه الطريقة يتوجب إضافة كافة العوامل على الجودة إلى مراحل الإنتاج ولهذا فإن الخط الرئيس لمخطط السبب والنتيجة غير مستقل تماماً ويعتمد على أسلوب تصنيف العمليات الإنتاجية. وكمثال توضيحي لما ذكر فإن إعادة رسم الشكل

(5.8) باعتماد طريقة تصنيف عملية الإنتاج سيأخذ الصورة وكما هي عليه في الشكل (6.8).



شكل (6.8) مخطط السبب والنتيجة للاهتزاز (تصنيف عملية)

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد إمكانية تطبيقها على المراحل الإنتاجية اللازمة لتصنيع أي منتوج على غرار مراحل تجميعه وتعتبر هذه الإمكانية نقطة القوة فيه لسهولة فهمه وتنفيذه، أما نقطة ضعف هذه الطريقة فمتمثلة بكون ظهور الأسباب المتشابهة بشكل متكرر مما يؤدي إلى صعوبة الوقوف على السبب الحقيقي لأنه ناتج عن عدة مسببات متداخلة. والشكل (7.8) يوضح ما سلف ذكره.



شكل (7.8 مخطط السبب والنتيجة لأثر اللحام في أنابيب فولاذية (تصنيف العملية)

الطريقة الثالثة تعديد المسببات:

تستدعي هذه الطريقة تحديد كافة المسببات التي تؤثر على الجودة ومن ثم تنظيمها بقائمة وتسلسل حسب درجة تأثيرها على جودة المنتوج وطبيعتها من حيث قابليتها على إظهار العلاقة بين السبب والنتيجة.

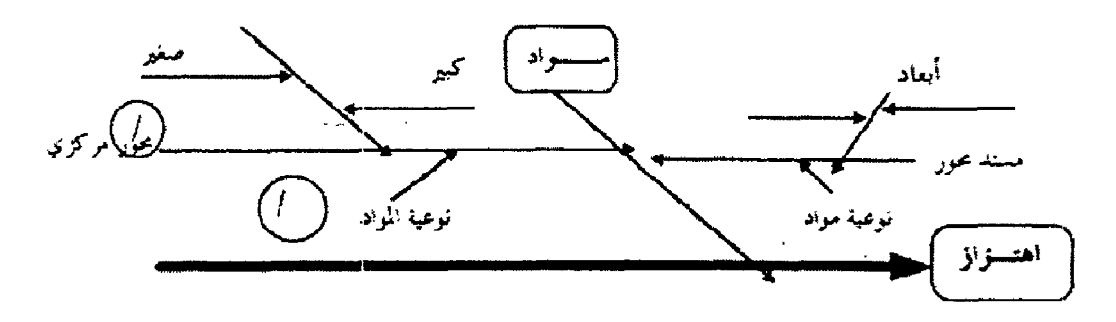
والمرحلة التالية لهذه الممارسة تتمثل بضرورة عرض القائمة على أكبر عدد ممكن من المعنيين لدراستها وإعادة تنظيمها بعد المناقشة والاتفاق على كل سبب والمعالجة الحقيقية التي يتطلبها. ومن الجدير بالذكر أن نقطة القوة في هذه الطريقة هي الوقوف على كافة المسببات بصيغة متكاملة يناظرها معالجات متكاملة أيضاً أما نقطة ضعف الطريقة فإنها تكمن في صعوبة الربط بين فروع الأسباب والنتائج، الأمر الذي ينعكس يقيناً على صعوبة رسم المخطط وتنفيذه.

3.2.8 مزايا مخطط السبب والنتيجة The advantages of the cause and effect diagram:

كما هو معروف لدى العاملين في تخصص ضبط الجودة في المنشآت الصناعية، أن لمخطط السبب والنتيجة فوائد متعددة الجوانب يمكن إيجاز أهمها بالنقاط الآتية:

- يساهم بشكل فاعل على توسيع آفاق المعرفة بين كافة المشتركين في تهيئة المعلومات الضرورية لعمل المخطط من خلال تبادل وجهات النظر والخبرة فيما بينهم.
- يساعد على تمكين المشاركين في عمل المخطط من ممارسة أساليب البحث العلمي لإدارة المناقشات المتمثل بمنع تشتت الحديث في جوانب لا تخص الموضوع لوضوح معالم وأهداف المناقشة من خلال القائمة المنظمة للمسببات ووجوب تقديم الحلول الكفيلة لمواجهتها بالمدى المطلوب وحجم المناقشة اللازمة.
- يساعد على تشخيص المسببات الحقيقية للانحرافات في ظروف الإنتاج الفعلية وبهذا تتهيأ أفضل المعلومات لاتخاذ الإجراءات التصحيحية بالأوقات المطلوبة. وكمثال على ذلك حدث يوم (15) آذار تغير في جودة الإنتاج لمنتوج معين في

منشأة معينة تمارس ضبط الجودة بواسطة مخطط السبب والنتيجة وبعد البحث عن المسببات وتدقيقها ظهر بأنه ناجم عن حصول اهتزاز في المحور المركزي الذي قطره 6.4مم أصبح أقل من المقياس المحدد بسبب استهلاكه، لهذا تم تثبيت هـذه الحقيقـة على المخطط من خلال حصر التاريخ بدائرة. والشكل (8.8) يوضح ذلك.



شكل (8.8) أسلوب وضع تاريخ جمع البيانات على مخطط السبب والنتيجة

إضافة لما تقدم فإن الواقع العملي المعاش يؤكد أيضـاً علـى أن مخطـط السـبب والنتيجة يساعد بصيغ فاعلة على الوقوف على المستوى التكنولوجي للعاملين المنفذين لطرق التصنيع وكفاية أدائهم فضلاً عن مستوى مقدرة وسيلة الإنتاج وذلك من خلال التطبيقات العملية الآتية:

- عندما يتعذر التعبير كمياً عن العلاقة بين خاصية الجودة والسبب يوضع خط تحت العامل المسبب للانحراف.
- وفي حالة سهولة التعبير الكمي عن العلاقة بـين خاصـية الجـودة والسـبب يحصـر العامل بمستطيل يثبت بداخله المسبب ويقدم التفسير الكمـي لـذلك ففـي المثـال السابق عن الاهتزاز تبين أن اختلاف (5) مايكرون تسبب في اهتزاز مقداره 2٪.

ومما يتوجب الانتباه إليه بهذا الصدد الابتعاد عن وضع أي علامة (مسـتطيل أو خط) إذا لم تتوفر قناعة مؤكدة مطلقة عن السبب، وذلـك لأن المسـتوى التكنولـوجي للمنفذين والمخططين يقاس بعدد المستطيلات والخطوط تحت الأسباب فكلمـا كانـت أكثر كان المستوى التكنولوجي لنشاط الفحص والتدقيق أعلى والعكس وارد.

2.8 مخطط باريتو Pareto Diagram:

معروف لدى المختصين بعلم الاقتصاد اسم العالم الاقتصادي الإيطالي المشهور فالفريدو باريتو نظراً لقيامه بدراسة توزيع الثروة بين سكان المدينة التي كان يعيش فيها للفترة من 1824 إلى 1923 من خلال مخطط واضح الأبعاد والمعالم أطلق عليه فيما بعد مخطط باريتو تخليداً لاسمه وتثميناً لمنجزاته العملية.

وبعد سنوات قام استشاري ضبط الجودة الأمريكي المعروف جوران [31] ولأول مرة باستخدام هذا المخطط في مجال ضبط الجودة لتحديد مسببات الانحراف في العمليات الإنتاجية. يلي ذلك توسع كبير بتطبيقات هذا المخطط في الدول الصناعية المتطورة في مراقبة جودة المنتوج وبالأخص في اليابان، حيث يستخدم ولحد الآن وبنطاق واسع في مختلف أنواع الصناعات لأحكام ضبط جودة الأداء أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية والمنتج الجاهز في مرحلة الفحص والتفتيش النهائي [26] مما تقدم تبدو سرعة انتشار استخدامات هذا المخطط ويقيناً يكمن السبب بمساعدته الفاعلة على خفض نسب الإنتاج المعيب من خلال أحكام ضبط جودة المنتوج أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية. وبغية الاستفادة من تجارب الغير يتعين التعمق بشرح طريقة إعداد المخطط وأسلوب استخدامه.

1.2.8 طريقة إعداد مخطط باريتو Method of preparation of Pareto Diagram

إن الخطوات الواجبة الاعتماد لرسم مخطط باريتو هي:

1. تحديد الفترة الزمنية التي سيتم بموجب بياناتها رسم المخطط، أي أسبوع، أسبوعان، شهر، فصل إنتاجي وأحياناً عدد من الساعات أو يوم عمل أو يومان وبشرط اعتماد نفس الفترة الزمنية لكافة المخططات ذات العلاقة اللاحقة بغية التمكن من مقارنتها مع بعضها.
2. تصنيف مسببات الانحراف في الجودة لمخرجات العملية الإنتاجية للفترة الزمنية

المحددة. ومن ثم إيجاد المجموع الكلي للمسببات (العيوب) وتحديد النسبة المئوية لكل صنف من أصناف العيوب.

3. يرسم على ورقة بيانية إحداثي سيني (أفقي) ليمثل أنواع العيوب وعلى شكل مستطيلات مساحة كل منها يعبر عن حجم العيب المعني وإحداثي صادي (عمودي) ليمثل النسبة المئوية للعيب من مجموع العيوب.

4. تمثل أكبر نسبة من العيوب بالمستطيل الأول من جهة اليسار من المخطط وأصغر نسبة بآخر مستطيل من جهة اليمين وتقع بقية المستطيلات بين أكبر وأصغر نسبة طبقاً لنسبتها وأهميتها.

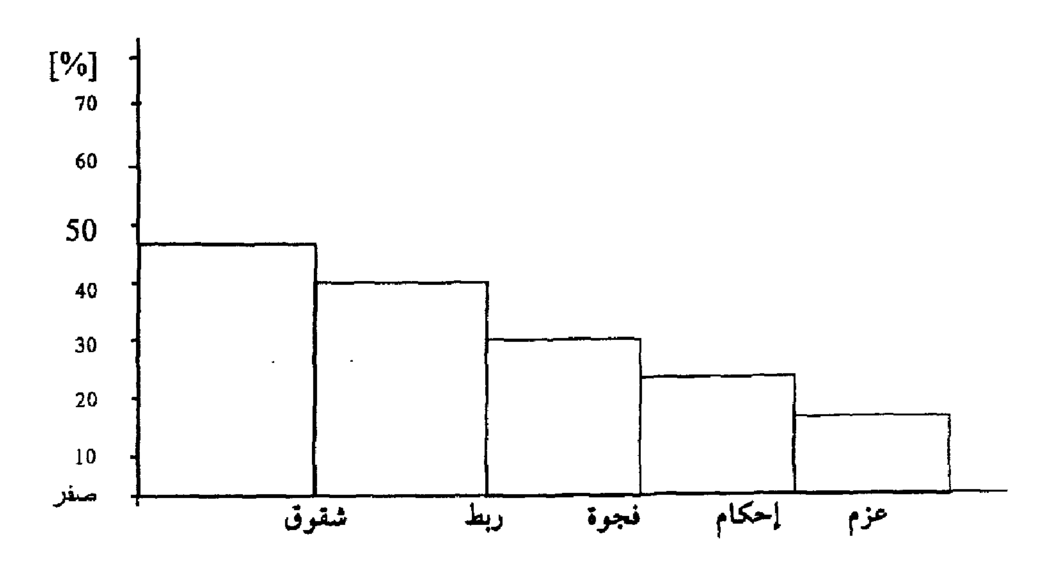
5. يثبت أسفل المخطط عنوانه ويتوجب الإشارة إلى مصدر البيانات وتاريخ الفحص والعدد المفحوص.

والمثال التالي يوضح طريقة إعداد المخطط، حيث تم خلال أسبوع فحص (2165) وحدة من عملية إنتاجية معينة وكانت نتائج الفحص كما في الجدول (1.8).

جدول (1.8) مسببات الانحراف في إحدى العمليات الإنتاجية

العدد المفحوص: 2165	تاريخ الفحص: من 7-12 / 11 / 1992	
مسببات الانحراف في الجودة	**العدد**	**النسبة٪**
1- شقوق	198	47.8
2- عدم إحكام (ارتخاء)	25	6.0
3- خطأ في الربط	103	24.7
4- اختلاف عزم الربط	18	4.3
5- فجوات	72	17.2
مجموع ونسبة المعيب	416	٪100

وبناءً على معلومات الجدول (1.8) تم رسم مخطط باريتو شكل (9.8).



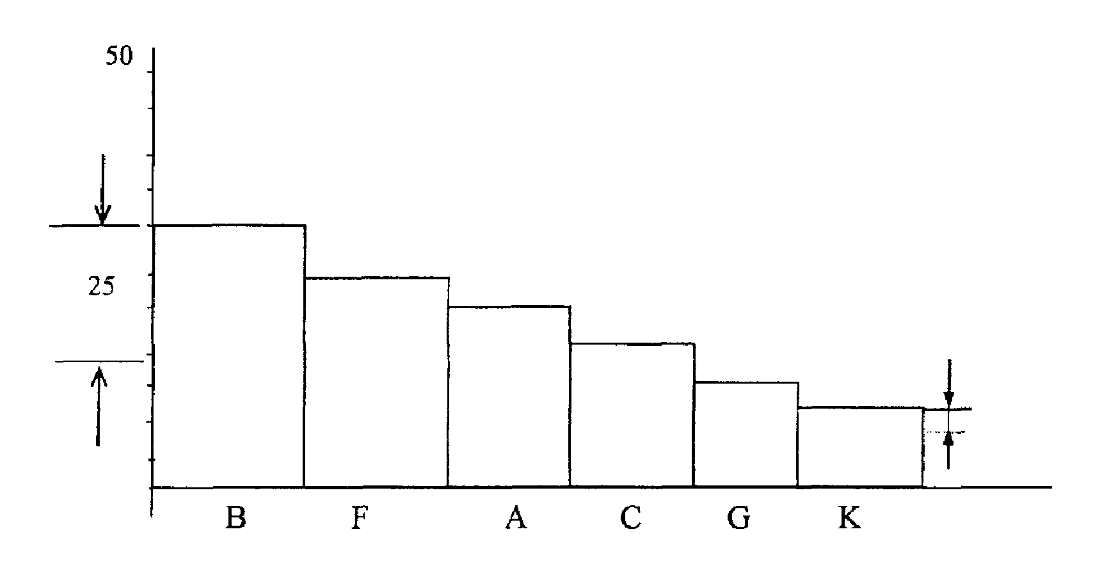
شكل (9.8) مخطط باريتو لعيوب عملية إنتاجية

من الشكل (9.8) يبدو بوضوح أن ما ينبغي معالجته أولاً هو العيب المتمثل بالشقوق لأنه يمثل المستطيل الأكثر ارتفاعاً يليه بالأهمية المستطيل الثاني، أي الخطأ في الربط وهكذا طبقاً للتسلسل التنازلي للنسب ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن مخطط باريتو وعلى الرغم مما يظهر عليه من بساطة في التصميم، إلا أنه يساعد على إبراز حجم العيوب بوضوح وينبه على الأكثر أهمية بالمقارنة مع استعمال الجداول بصورة منفردة.

2.2.8 مزايا مخطط باريتو: The advantages of the Pareto Diagram

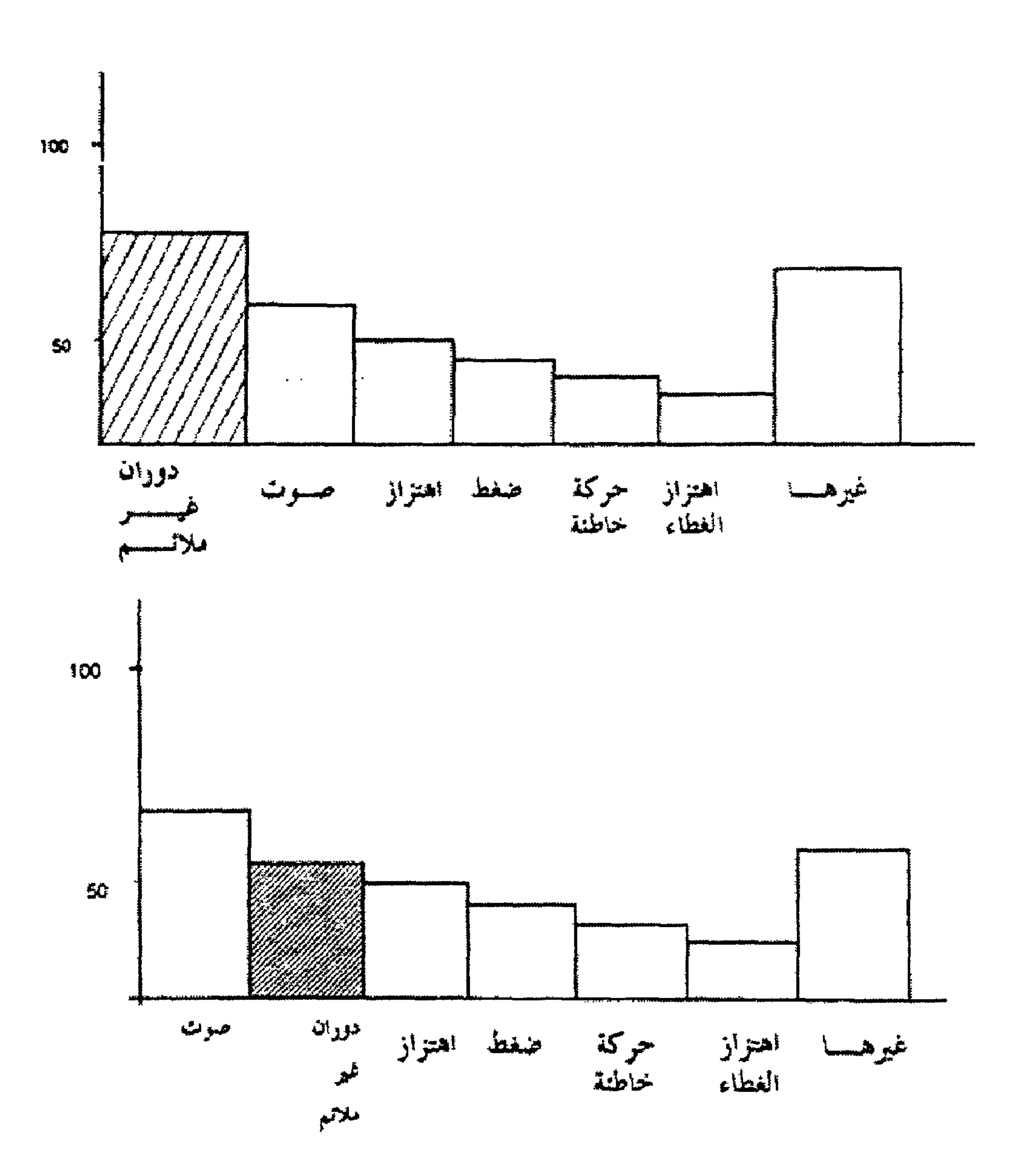
أثبت الواقع العملي في المنشآت الصناعية التي تستخدم مخطط باريتو في مراقبة نسب المعيب وجودة المنتجات فيها، على أنه يساعد بشكل فاعل على توحيد جهود كافة المعنيين باتخاذ قرار الإجراءات التصحيحية وتنفيذها بصيغة متماسكة. وذلك لأن نظرة مبسطة للمخطط توضح ماهية وحجم المشكلة الرئيسة المتمثلة بالمستطيلين أو الثلاثة الأكثر ارتفاعاً. وقد أظهرت الخبرة المكتسبة بهذا الصدد، أن من الأسهل خفض مستطيل كبير إلى النصف بالمقارنة مع خفض مستطيل صغير إلى الصفر، فضلاً

عن أن تخفيض المستطيلات الصغيرة إلى النصف أو الصفر تستدعي جهوداً كبيرة يناظرها نفقات عالية وهذه الجهود والنفقات غير مبررة نسبياً وذلك لأن العيوب الصغيرة تحدث بين حين وآخر ولأسباب لايمكن تلافيها مسبقاً ولهذا فإن التركيز على المستطيلات الأكثر ارتفاعاً كما يظهر مخطط باريتو أفضل من زاوية تحقيق نتائج مثمرة بالإمكانات المتاحة من حيث العاملين والوقت. والشكل (10.8) يوضح مدى تأثير ذلك.



شكل (10.8) جهود إجراء التحسينات وتأثيرها

إضافة لما تقدم يساعد مخطط باريتو على تبيان التأثير الناتج عن إجراءات تحسين الجودة من خلال تغيير ترتيب العيوب على المحور السيني بنتيجة التشخيص الدقيق لمسببات العيوب والإجراءات الفاعلة لإزالتها أو تقليلها. والشكل (11.8) يمثل مخططي رسم الأول قبل اتخاذ الإجراءات التصحيحية وإجراء التحسينات والثاني بعدها وفيما يتعلق بالعيب المتمثل بالدوران الغير ملائم.



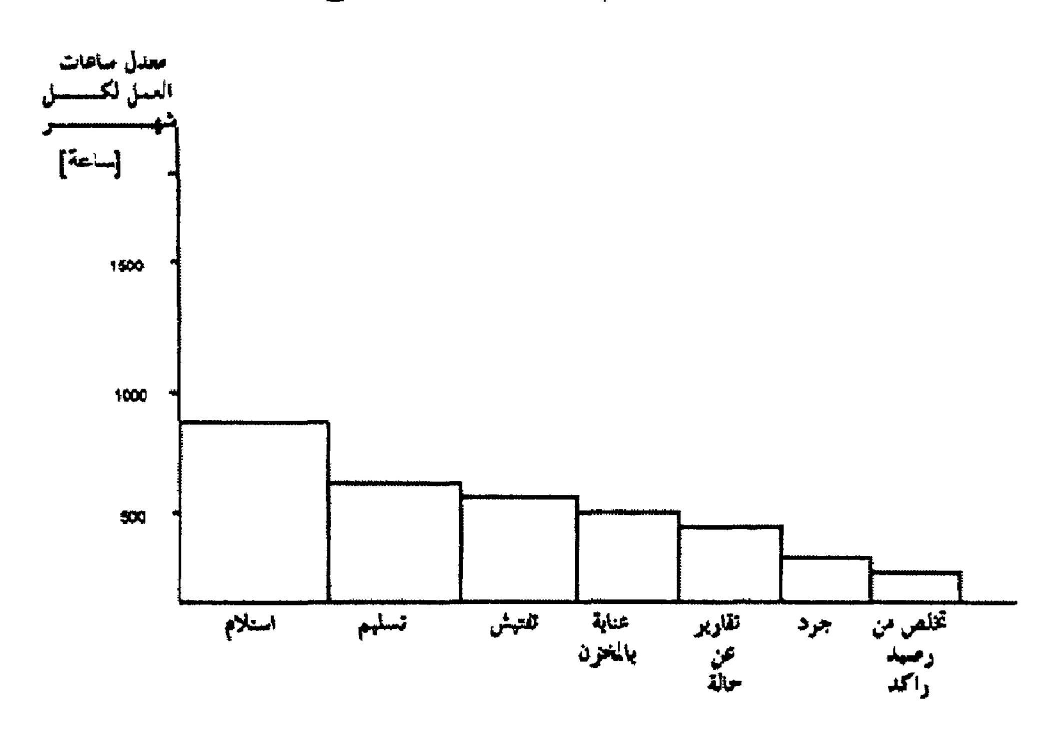
شكل (11.8) مخطط باريتو لعيوب عمليات إنتاجية

من مقارنة المخططين في الشكل (11.8) يتضح أن العيب المتمثل بالدوران الغير ملائم الذي كان يمثل المرتبة الأولى في المخطط الأول قد تحول إلى المرتبة الثانية في المخطط الثاني كنتيجة لإجراء التحسينات. إضافة لذلك تغير ترتيب الفقرات على المحور الصادي، الأمر الذي يشير إلى ايجابية الإجراءات التصحيحية المتخذة.

ومما يتوجب ذكره بصدد استخدامات مخطط باريتو، أن الواقع الصناعي يشير إلى عدم اقتصاره على مجال ضبط الجودة وتحسين نوعية الإنتاج وتقليل نسب المعيب، بل يتعدى ذلك بكثير، حيث يستخدم في مجالات أخرى مثل:

- تحسين كفاية الأداء.
- الحفاظ على المواد والطاقة.
- الاقتصاد في تكاليف الإنتاج.
- تطوير مستوى السلامة المهنية.

وكمثال على ذلك يوضح المخطط (12.8) كيفية الإستفادة من مخطط باريتو لتحسين كفاية العمل، حيث يمثل المحور السيني مختلف الفاعليات في المخازن والمحور الصادي الساعات المبذولة في كل فاعلية. وعلى أساس هذا المخطط يتم تحديد الهدف من إجراء التحسينات بنشاط التسليم والحصول على نتائج أفضل.



شكل (12.8) مخطط باريتو للساعات التراكمية المبذولة من العاملين في المخزن على مختلف الأعمال

وجدير بالإشارة أن جميع مخططات باريتو السابقة مثل فيها المحور الصادي النسبة المئوية للمعيبات أو ساعات العمل أو عدد الحالات، ولكن إذا كـان بالإمكـان تحديـد الخسارة الناتجة عن المعيبات بمبالغ يفضل تمثيل هـذا المحـور بوحـدات مبـالغ لتسـهيل عملية إتخاذ قرارات اجراء التحسينات بصيغ أكثر فاعلة من خلال معرفة النتائج المادية المترتبة على ذلك مسبقًا. وهذا يستدعي التعاون التام بين قسم ضبط الجـودة وقسـمي الحسابات والتكاليف في المنشآت الصناعية.

3.8 تحليل الترابط Analysis of the correlation :

إن مخططات السبب والنتيجـة، وكمـا تم التطـرق لـذلك، تسـاعد علـى تحديـد الأسباب التي أدت إلى إنحراف في خواص الجودة. ولكن الواقـع العملـي يشـير إلى أن الوقوف على الأسباب بدون ايجاد علاقة الترابـط فيمـا بينهـا مـن جهـة ويـبين مـبين نتائجها من جهة أخرى لايمكن من تصـنيف الأسـباب إلى مـؤثرة وغـير مـؤثرة بغيـة التركيز على المؤثرة منها بصيغ أكثر فاعلـة. لـذلك يـتم اللجـوء إلى مخططـات تحليـل الترابط لأنها الإداة الفاعلة لتشخيص مسببات الانحرافات المؤثرة في العملية الإنتاجيـة بهدف اتخاذ الإجراءات الكفيلة لإزالتها.

وجدير بالإشارة أن العلاقة بين أنـواع البيانـات تأخـذ صـيغاً مختلفـة لاتتعـدى الآتي:

- العلاقة بين السبب والنتيجة.
- العلاقة بين سبب وآخر.
- العلاقة المتبادلة بين سبب واحد من جهة وسببين من جهة أخرى.

وكأمثلة على أنواع العلائق وطبيعتها:

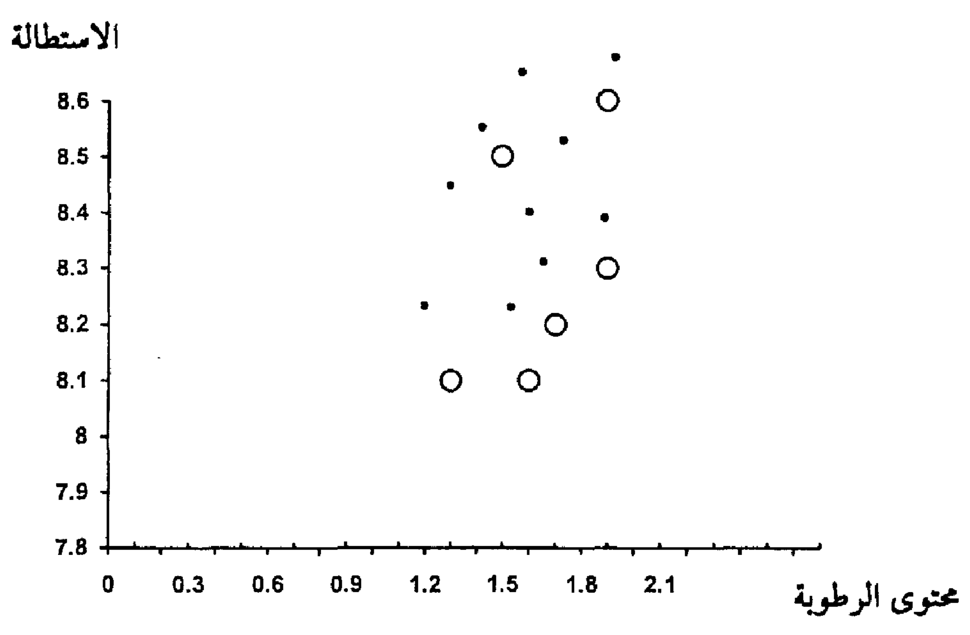
- العلاقة بين الرطوبة في الخيوط والزيادة في استطالتها.
- العلاقة بين مادة مضافة وصلابة المنتوج.

- العلاقة المتبادلة بين شدة الإضاءة واخطاء التفتيش.

والجدول (2.8) والشكل (13.8) يوضحان العلاقة الكمية بين محتوى الرطوبة للخيوط والاستطالة في صناعة الغزل والنسيج.

جدول (2.8) العلاقة بين الرطوبة والاستطالة

رقم العينة	محتوى الرطوبة٪	الاستطالة ٪	رقم العينة	محتوى الرطوبة ٪	الاستطالة ٪
1	1.5	8.5	20	1.9	8.6
2	1.3	8.1	21	1.6	8.1
3	1.9	8.3	22	1.7	8.2



شكل (13.8) العلاقة بين محتوى الرطوبة للخيوط والاستطالة

الشكل (13.8) يسمى مخطط الترابط ويتبين منه بوضوح أن الاستطالة تزداد بزيادة نسبة الرطوبة وإن البيانات المأخوذة تشكل وحدة مترابطة تسمى البيانات المتماثلة.

1.3.8 الخطوات العامة لتصميم مخطط الترابط:

إن الخطوات الواجبة الاعتماد لرسم مخطط الترابط هي:

الخطوة الأولى: جمع البيانات المزدوجة:

تم جمع (50) بياناً مزدوجاً عن تأثير سرعة الحزام الناقل على الطول المقطوع للخيوط في صناعة الغزل والنسيج ونظمت بجدول وكما هي عليه بالجدول (3.8).

جدول (3.8) تأثير سرعة الحزام الناقل على الطول المقطوع

تسلسل	سرعة الحزام(سم/ت)	طول القطع (مم)	تسلسل	سرعة الحزام (سم/ت)	طول القطع (مم)
1	8.1	1046	26	8.0	1040
2	7.7	1030	27	5.5	1013
3	7.4	1039	28	6.9	1025
4	5.8	1027	29	7.0	1020
5	7.6	1028	30	7.5	1022
6	6.8	1025	31	6.7	1020
7	7.9	1035	32	8.1	1035
8	6.3	1015	33	9.0	1052
9	7.0	1038	34	7.1	1021
10	8.0	1036	35	7.6	1024
11	8.0	1026	36	8.5	1029
12	8.0	1041	37	7.5	1015
13	7.2	1029	38	8.0	1030
14	6.0	1010	39	5.2	1010
15	6.3	1020	40	6.5	1025
16	6.7	1024	41	8.0	1031
17	8.2	1034	42	6.9	1030
18	8.1	1036	43	7.6	1034
19	6.6	1023	44	6.5	1034
20	6.5	1011	45	5.5	1020
21	8.5	1030	46	6.0	1025
22	7.4	1014	47	5.5	1025
23	7.2	1030	48	7.6	1028
24	5.6	1016	49	8.6	1025
25	6.3	1020	50	6.3	1026

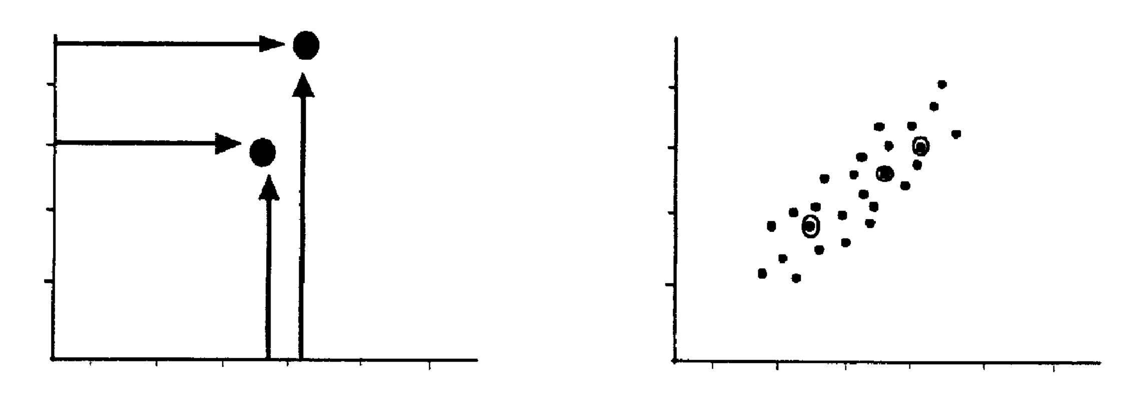
الخطوة الثانية: رسم المخطط:

يمثل المحور السيني سرعة الحزام الناقل والصادي الطول المقطوع، ولغرض تسهيل عملية قراءة المخطط البياني يتعين جعل طول المحورين متساويين في الأبعاد. ومما يتوجب التنويه إليه بصدد إعداد مثل هذه المخططات الإنتباه لنوع العلاقة الحاكمة للبيانات فإذا كانت العلاقة بين النوعين المترابطين هي من نوع السبب والنتيجة فإن قيم السبب تقع على المحور السيني وقيم النتيجة على المحور الصادي.

الخطوة الثالثة: إسقاط البيانات:

يحدد أكبر رقم في الجزء العلوي من المحور الصادي ويقام عمود أفقي موازٍ للمحور السيني من هذه النقطة ويؤشر ما يناظر هذا الرقم من قيمة على المحور السيني بنقطة ويقام منها عمود موازٍ للمحور الصادي فنقطة تقاطع العمودين تمثل مضمون العلاقة بينهما ويتبع نفس الأسلوب لبقية القيم. ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد ضرورة حصر القيم المتكررة للبيانات على نفس النقطة بدائرة واحدة أو أكثر حسب الحالة.

والشكل (14.8) يوضح ذلك.



شكل (14.8) طريقة إسقاط قيم مخطط الترابط

2.3.8 أنواع علائق الترابط Types of correlations:

يلاحظ من الشكل (14.8) أن زيادة سرعة الحزام الناقل تؤدي إلى زيادة طـول القطعة المقطوعة. ولكن الواقـع العملـي يشـير إلى وجـود مسـببات أخـرى لحـدوث التشتت في الطول المقطوع إضافة للسرعة. وبغية اكتساب القابلية على الوقـوف علـى المسببات الأخرى للتشـتت يـتعين معرفـة الأنـواع المختلفـة لعلائـق الترابـط الموجبـة والسالبة والتمكن من قراءتها بشكل صحيح وهذه الأنواع هي:

1. وجود علاقة ترابط موجبة وكما في الشكل (15.8 أ)، حيث يبدو منـه أن الزيـادة في (ص) تعتمد علـى الزيـادة في (س) وإذا تمـت المراقبـة علـى (س) فـإن (ص) ستقع تحت الضبط.
2. احتمال وجود علاقة ترابط موجبة وكما في الشكل (15.8 ب)، حيث يبدو منه إن زيادة (س) تؤدي نوعًا ما إلى زيـادة (ص)، ولكـن هنـاك أسـباب أخـرى لزيـادة (ص) عدا زيادة (س).
3. عدم وجود علاقة ترابط بين (س) و(ص) وكما في الشكل (15.8 ج).
4. وجود علاقة ترابط سالبة وكما في الجزء الرابع من الشكل (15.8 د)، حيث يبـدو منه أن الزيادة في (س) تؤدي إلى تقليل قيمة (ص) وإذا تمت المراقبـة علـى (ص) فإن (س) ستقع تحت الضبط.
5. احتمال وجود علاقة ترابط سالبة وكما في الشـكل (15.8 هـ)، حيـث يبـدو أن الزيادة في قيمة (س) ستقلل من قيمة (ص).

1. حساب قيمة الوسيط(Ȯ) والوسيط (Ȫ) لمعلومات الجـدول (3.8) ويسـاويان 7.2، 1026 على التوالي، ومن ثم رسم خطي الوسيطين على مخطط الترابط وكما في الشكل (16.8).

2. ترقيم المساحات الأربعة التي تكونت بنتيجة رسم الوسيطين بالأرقام I، II ، III، IV بدءًا من أعلى اليمين وبإتجاه معاكس لعقرب الساعة وتحسب عدد النقاط في كل مساحة وكما في الجدول (4.8).

جدول (4.8) مجموع النقاط في كل مساحة

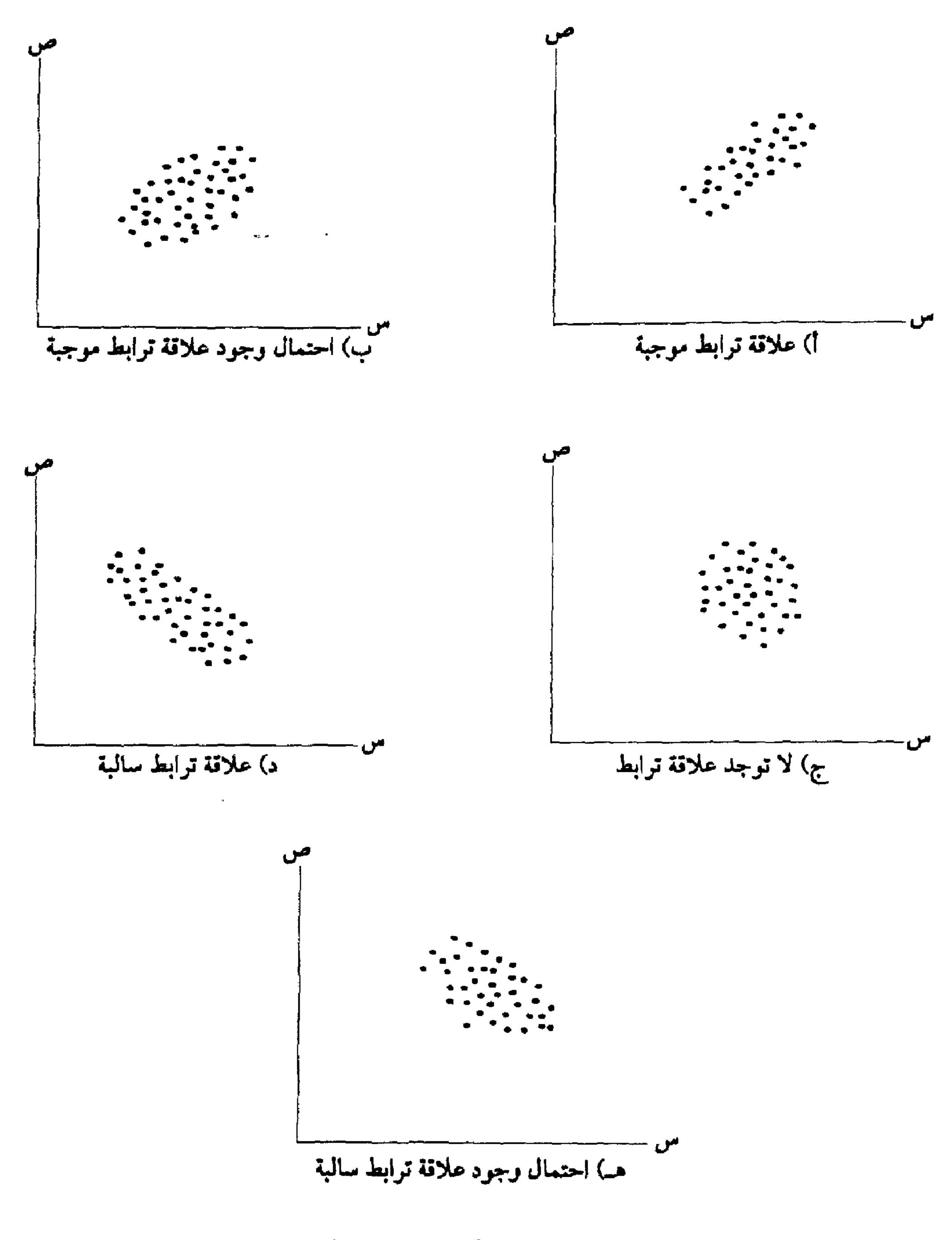
المساحات	عدد النقاط
I	19
II	4
III	20
IV	5
على الخط	2

3. تجمع نقاط المساحتين II وIV وتحدد قيمة (ن) التي هي مجموع البيانات مطروحًا منها عدد النقاط الواقعة على الخط وكما يلي:

مجموع نقاط المساحتين II وIV = 4 + 5 = 9

ن = 50 - 2 = 48

4. تقارن مجموع نقاط المساحتين مع العدد الحدي للنقاط وكما هو عليه في الجدول (5.8) فإذا كان عدد النقاط للمساحتين أقل من العدد الحدي فإن هذا يعني وجود علاقة ترابط.

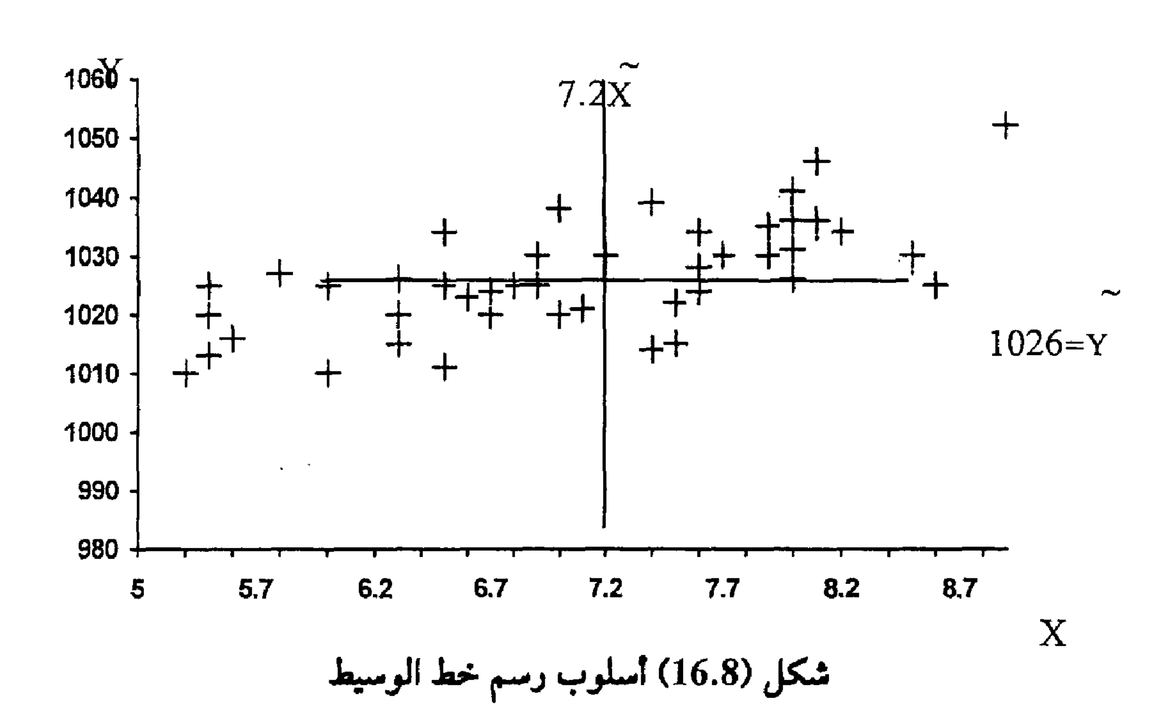


شكل (15.8) أنواع علائق الترابط

3.3.8 اختبار الترابط:

من الثابت عمليًا، أن طريقة الوسيط لتحليل الترابط هي أبسط الطرق لاختباره، أي للوقوف على وجود ترابط من عدمه، ويبين المثال التالي الخطوات الأساسية لكيفية التطبيق:

إن ن= 48 وتعادل عدد حدي قدرة 16 نقطة (الجدول 5.8) ولما كان مجموع نقاط المساحتين البالغ (9) نقاط أقل من 16 فإن هذا يشير إلى وجود علاقة ترابط ومن النوع الموجب.



شكل (16.8) أسلوب رسم خط الوسيط

جدول (5.8) العلاقة بين (ن) والعدد الحدي من النقاط

ن	العدد الحدي من النقاط I + III أو II + IV	ن	العدد الحدي من النقاط I + III أو II + IV
20	5	42	14
21	5	44	15
22	5	46	15
23	6	48	16
24	6	50	17
25	7	52	18
26	7	54	19
27	7	56	20
28	8	58	21
29	8	60	21
30	9	62	22
32	9	64	23
34	10	66	24
36	11	68	25
38	12	70	26
40	13		

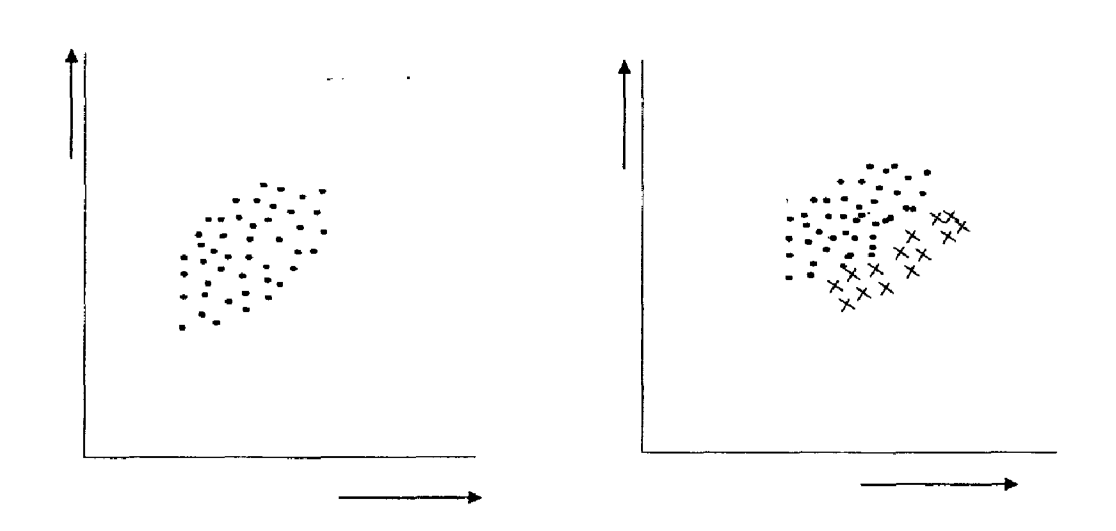
ملاحظة: هذا الجدول محدد لقيم ن من 20- 70 بمستوى أهمية 5٪

4.3.8 الحالات الخاصة للترابط:

على الرغم من إجراء عملية اختبار الترابط تظهر بعض الحالات الخاصة التي يصعب فيها الوقوف على العلاقة ونوعها إن لم يتم تركيز دقيق على تحليل معطيات المخططات. ومن هذه الحالات:

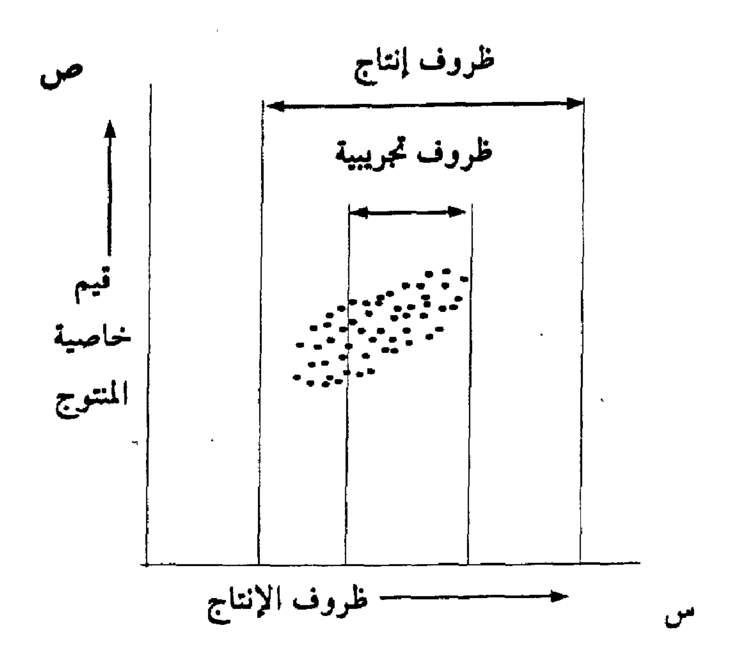
1. حالة العزل وكما هي عليه في الشكل (17.8)، حيث يمثل العلاقة المتبادلة بين العناصر السبائكية الداخلة في تركيب المواد الأولية (س) ومتانتها (ص) فالشكل الأول تم تسقيط البيانات فيه كما هي، لهذا لم يظهر بوضوح الترابط، أما الشكل الثاني فتم تسقيط البيانات فيه بعد عزلها طبقاً لمصادر شراء المواد الأولية فتم ملاحظة الترابط. ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد أن الواقع العملي يشير إلى

وجود بعض حالات العزل التي يظهر فيها العكس تماماً أي إختفاء الترابط بعد ممارسة نشاط العزل ووجوده عندما ينظر للبيانات كمجموعة واحدة. وبغية تسهيل عملية الملاحظة والوقوف على الحقيقة كما تمارس المنشآت فعالية تسقيط البيانات باستخدام ألوان مختلفة أو علامات متنوعة.



شكل (17.8) العزل في مخططات الترابط

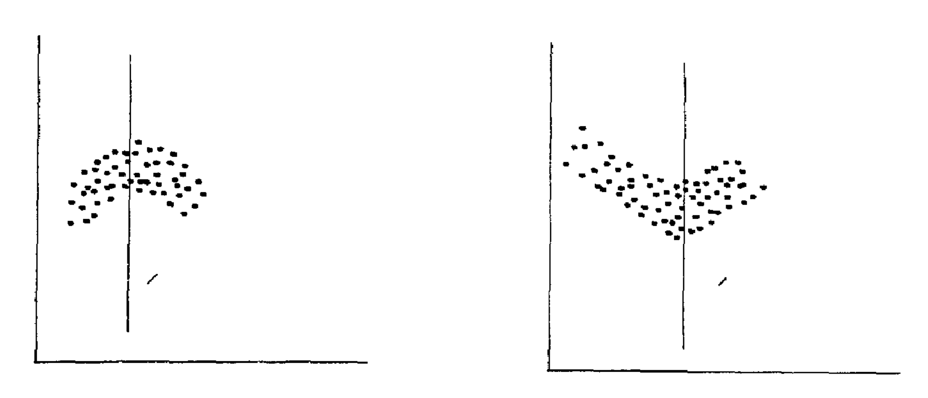
2. حالة ظروف الإنتاج الفعلية وكما هي عليه في الشكل (18.8)، حيث يبين كيفية تأثير خاصية المنتوج (ص) بتغيير ظروف الإنتاج (س) على الرغم من إجراء عملية اختبار الترابط. ولهذا يتوجب أن لا يقود النقص في الوضوح بين ترابط الظاهرتين (ص) و(ص) إلى استنتاج نظري مفاده عدم وجود علاقة ترابط بينهما تحت ظروف إنتاج أفضل أو أوسع.



شكل (18.8) ظروف الإنتاج في مخططات الترابط

3. حالة القمم والمنخفضات وكما هي عليه في الشكل (8-19).

إن ظهور مثل هذه الحالة نادرة جداً تحت ظروف الإنتاج الفعلي ومع هذا فاحتمال ظهورها وارد ولمواجهة ذلك والوقوف على الحقيقة بشكل أدق تلجأ المنشآت الصناعية إلى تقسيم مخطط الترابط إلى جزئين بواسطة خط وهمي (اآ) لكي نتعامل مع الجهة اليسرى من المخطط على أساس علاقة ترابط موجبة والجهة اليمنى كعلاقة ترابط سالبة وكما هو مبين في الشكل الأول والعكس هو الصحيح في الشكل الثاني.



شكل (19.8) القمم والمنخفضات في مخططات الترابط

الفصل التاسع

التفتيش النوعي داخل المنشأة الصناعية

Quality inspection within the industrial Organization

الفصل التاسع

التفتيش النوعي داخل المنشأة الصناعية

Quality inspection within the industrial Organization

1.9 تخطيط التفتيــش.

2.9 تفتيش العينة الأولــى.

3.9 التفتيش بالخواص المميزة.

4.9 استمارة تفتيش العمليات.

5.9 التفتيش النهـــائي.

6.9 تقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة.

1.9 تخطيط التفتيش Inspection Planning:

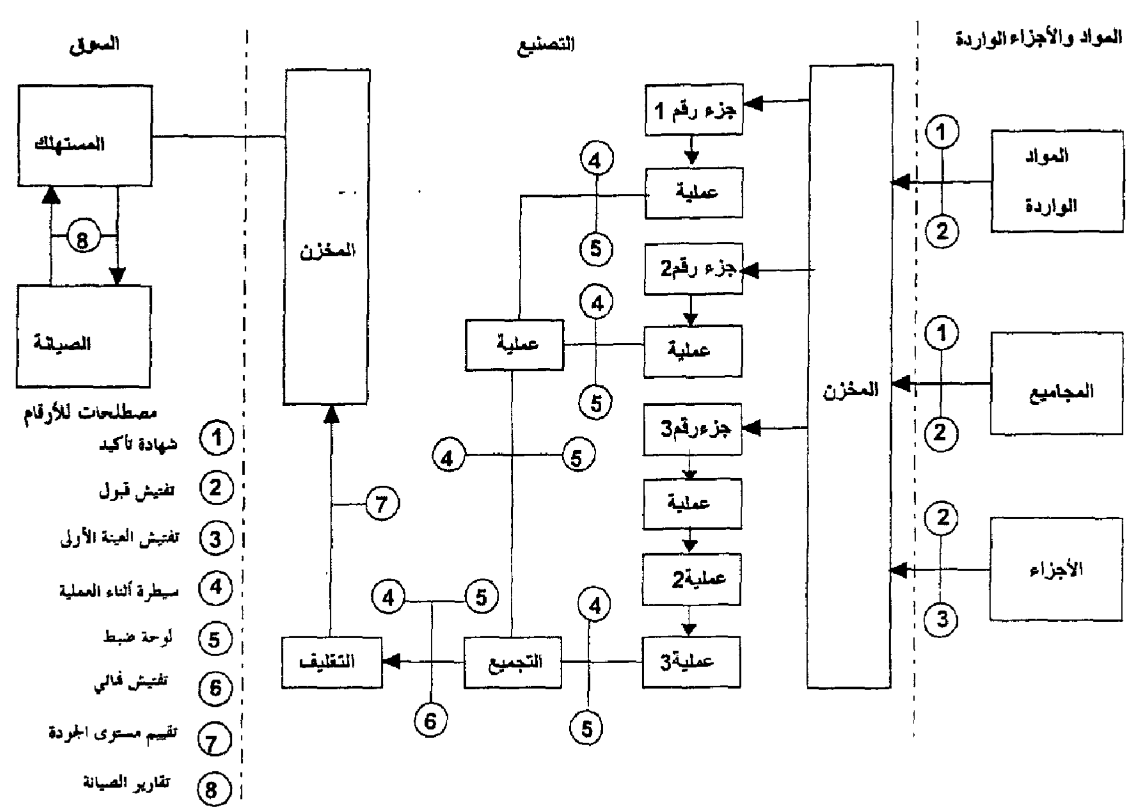
معروف لـدى العـاملين في إدارات الجـودة في المنشـأة الصـناعية، إن الواجـب الأساس لنشاط التفتيش هو التأكد من مطابقة المواد والأجزاء المشتراة والسلع المصنعة مع المواصفات المحددة، لهذا فإنه يمثل حلقة مهمة من حلقات الدورة المتكاملة للجودة. ومن هذا المنطق وبغية تنفيذ التفتيش بالصيغ المستهدفة يتعين التخطيط لتوفير متطلباته من مختلف أنواع التعليمات واحتياجاته من الأدوات والمعدات والمتمثلة بالآتي:

- تعليمات تفتيش المواد والأجزاء المشتراة.
- لوحات ضبط الجودة لتفتيش العمليات الإنتاجية.
- تعليمات تفتيش القبول للأجزاء المصنعة جزئياً قبل إنتقالها إلى العملية الإنتاجية التالية، وكذلك للأجزاء تامة الصنع.
- تعليمات التفتيش النهائي.
- تعليمات تقويم مستوى الجودة.
- أدوات ومعدات الفحص والتفتيش الضرورية.
- وفي العمليات الإنتاجية التي تحتاج إلى اشراف خاص ينبغي تهيئة مخططات تقـدم العمـل موضـح فيهـا مواقـع وأنـواع نشـاطات التفتـيش أثنـاء تنفيـذ المسـالك التكنولوجية وكما هو مبين في الشكل (1.9).

إن ما تقدم من تعليمات ومتطلبات لإنجاز نشاط التفتيش على الوجه المطلـوب يعكس احتياجات واجبة الإتباع. ولكن هناك مهام مضافة أخرى لهذا النشـاط متمثلـة بما يلي من فعاليات:

- تحديد مواقع المراقبة للعمال المنتجين.
- إجراء دراسة مقدرة العملية الإنتاجية.
- تحليل مسببات الرفض الداخلي للأجزاء والمنتجات.

- المشاركة في تصميم معدات القياس والفحص.
- تحديد مواقع محطات التفتيش داخل الأقسام الإنتاجية.



شكل (1.9) مخطط تقدم العمل لتصنيع منتوج نهائي

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد، أن الممارسة العملية لهذا النشاط في المنشآت الصناعية أكدت على أن تنفيذ الواجب الرئيس والمهام المضافة الوارد ذكرها في أعلاه تستدعي كذلك توفير وسائل مساعدة أخرى لضمان دقة الإنجاز ومن أهمها [9]:

- تعاميم الجهات المسئولة عن التفتيش وتحديد المواصفات العامة ومتطلبات السلامة والأمان الواجبة التوفر في المنتوج وكذلك تعليمات المحافظة على البيئة.
- المواصفات الخاصة بالمنتوج.
- جداول أخذ العينات.

- الرسوم وقوائم الأجزاء.
- عينات من الأجزاء الواجب تفتيشها.
- استمارات التشغيل وتعليمات تنفيذ العمل.
- سجلات القياسات وتقارير التفتيش.

ولما كان النشاط الأساس لأية منشأة صناعية متمحور بشراء المواد الأولية الضرورية للعمليات الإنتاجية وتحويلها من خلال تنفيذ المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية إلى سلع بالمواصفات المطلوبة، فإن النشاط الأساس لتخطيط وتنفيذ التفتيش يتوجب أن ينصب بهذا الاتجاه أيضًا، أي تركيز تخطيط التفتيش على:

- المواد والأجزاء المشتراة.
- العمليات الإنتاجية.
- المنتج النهائي (السلع الجاهزة).

1.1.9 تخطيط تفتيش المواد والأجزاء المشتراة

Bought-out material inspection planning:

من الثابت عمليًا عدم قيام أية منشأة إنتاجية بتصنيع كل ما تحتاج إليه من الأجزاء المصنعة جزئيًا والمجامع ولأسباب اقتصادية معروفة. وهذا يعني من الناحية العملية أن كل منشأة تعتمد على عدد من الموردين للمواد الأولية والأجزاء والمجامع، لذلك يتوجب التأكد التام من مطابقة ما يشترى للموصفات المحددة وأوامر الشراء قبل تسلمها من خلال إجراء تفتيش قبول دقيق عليها وطبقًا للمحددات الآتية:

- يعتمد التفتيش بالصفات المتغيرة عندما يكون الفحص إتلافياً أو مكلفاً بغية الحصول على أكبر قدر من المعلومات من عينة صغيرة مع ملاحظة أن هذا النوع يحتاج إلى تحليل إحصائي دقيق للقياسات.

- يعتمد التفتيش بالصفات المميزة عندما يتم الحكم على مطابقة الجزء الفحوص للمواصفات من عدمها باستخدام أدوات قياس ثابتة.

ومما يتوجب التنويه إليه بهذا الصدد ضرورة تهيئة المعلومات الآتية قبل إجراء التفتيش على الأجزاء المشتراة:

- رسم هندسي ومواصفات الجزء ونموذج قياسي له إن أمكن.
- دراسة الوظيفة التي يؤديها الجزء في مجمل التصميم للحكم على القياسات والتفاوتات بموجب ذلك.
- الوقوف على حجم الدفعة للجزء، أي عدد الأجزاء المصنعة بأمر عمل واحد بالإضافة إلى طرق التصنيع المستخدمة لدى المجهز.

2.1.9 تخطيط التفتيش أثناء العمليات الإنتاجية

In-process inspection planning

يتمثل العمود الفقري لضبط الجودة الحديثة بالوقاية من مسببات واحتمالات الوقوع في أخطاء يترتب عليها إنتاج معيبات وهذا يستدعي التوسع بممارسة نشاط التفتيش أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية. وتتبع المنشآت لهذا الغرض أحد أو كلا الأسلوبين الآتيين:

- تكليف العامل المنتج نفسه بإجراء التفتيش ويسمى هذا الأسلوب مراقبة عامل الإنتاج.
- إجراء التفتيش من قبل مفتش أو فاحص متنقل ويسمى هذا الأسلوب تفتيش الدوريات.

ومن الجدير بالذكر، أن نجاح تطبيق الأسلوب الأول الذي يستخدم على نطاق واسع يعتمد على توفير الإمكانيات للعامل المنفذ من أدوات قياس فحص وتدقيق لكي ينجز هذه المهمة بالسرعة المقرونة بالدقة المطلوبة أما الأسلوب الثاني فغالباً ما يستخدم لتنفيذ قياسات موقعية للأجزاء بالاستعانة بمعدات وأجهزة فحص ذات موقع

مركزي، أي خارج القسم الإنتاجي. وبشكل عام يستدعي التفتيش أثناء العمليات الإنتاجية تهيئة ودراسة:

- تعليمات تنفيذ التفتيش.
- لوحات ضبط الجودة.
- رسم الجزء الهندسي ونموذج منه إن أمكن.
- دراسة وظيفة الجزء التصميمية للحكم على أهم قياساته وتفاوتاته.
- دراسة الأجزاء الأخرى التي ستجمع مع الجزء ورسوماتها التصميمية.
- المسلك التكنولوجي لتصنيع الجزء ودراسة تتابع العمليات الإنتاجية والتعليمات التكنولوجية المرفقة معها.
- دراسة عمليات القياس الخاصة الواجب اعتمادها فضلاً عن العامة.
- تعليمات تفتيش الدوريات.
- أدوات ومعدات الفحص والقياس المتناسبة مع الدقة المطلوبة.

3.1.9 تخطيط تفتيش المنتج النهائي

Finished Product Inspection Planning:

من الواضح، أن هذا التفتيش يتم في المرحلة النهائية من الإنتاج وبالتحديد قبل تسليم المنتوج الجاهز للمستهلك أو المخازن. وينبغي أن يكون من بين أهداف ممارسة هذا النشاط، فضلاً عن التأكد من مطابقة المنتوج للمواصفات المحددة الوقوف على العيوب المكتشفة للخواص غير المثبتة بالتعليمات. أما طبيعة التعليمات لهذا النوع من التفتيش فيتوجب أن تكون واضحة ومحددة ومتسمة بسهولة أدائها وقابليتها على التكيف لإدخال التحسينات على متطلبات الجودة، اضافة إلى إمكانية تنفيذها بطرق مختلفة وبالحالة العامة يتعين احتواء تعليمات التفتيش النهائي على:

- الخواص. وتتمثل بسهولة التشغيل وتوفر متطلبات السلامة والمظهر الخارجي المناسب.

- طرق التفتيش والقياس والأدوات الواجب استخدامها (العين المجردة أو العدسات أو معدات ميكانيكية أو أدوات كهربائية، أو معدات اختبار خاصة).
- نوع التفتيش، أي تفتيش بنسبة 100٪ أو تفتيش قبول اعتيادي، أو تفتيش بأخذ العينات.
- تقويم مستوى الجودة.

2.9 تفتيش العينة الأولى Initial Sample Inspection:

العينة الأولى هي عينات تصنع لأول مرة بواسطة قوالب وأدوات جديدة أو قوالب تم استبدالها شريطة أن يكون الهدف من هذا التصنيع هو الإنتاج بنطاق واسع، أما الغرض الرئيس من ممارسة فعالية تفتيش العينة الأولى في المنشآت الصناعية فيتمثل بالتأكيد من درجة المطابقة بغية اتخاذ قرار الاستمرار بالإنتاج من عدمه. ومما يتوجب التنويه إليه بهذا الصدد ضرورة التمييز بين العينة والنموذج، حيث يعني الأخير جزء تم تصنيعه بشكل جزئي أو كلي بطريقة منفردة من أجل توضيح أو تجربة تصميم معين.

1.2.9 مجالات وحالات تفتيش العينة الأولى

Areas and cases of the initial :sample inspection

معلوم لدى العاملين بحقل التفتيش، أن تفتيش العينة الأولى يشمل كل ما يصنع داخل المنشأة من أجزاء وكل ما يتم شراءه من مجهزين خارجيين وذلك لعدم جواز المباشرة بالإنتاج على نطاق واسع قبل الموافقة على العينات الأولى من خلال التحقق من إيفائها لمتطلبات الجودة المحددة بالوثائق الفنية. من هنا يبدو بوضوح أن مجالات تطبيق فعالية التفتيش تشتمل:

- الأجزاء المصنعة جزئيًا والتامة الصنع داخل المنشأة.
- الأجزاء المشتراة.
- المجموعات الرئيسة والثانوية.

أما الحالات التي تستدعي إجراء تفتيش العينة الأولى فمتمثله بالآتي:

- عند تصنيع جزء جديد (تصميم جديد).
- عندما تتغير متطلبات الجودة لجزء معين.
- عندما تتغير عمليات التصنيع بشكل أساس.
- عند استبدال القالب وأدوات التصنيع.
- عندما يتغير المستوى النوعي للخواص غير المقاسة (الحسية).
- عند التعاقد مع مجهز جديد لشراء جزء معين لأول مرة.

2.2.9 حجم وطريقة تصنيع العينة الأولى

Size and method of : manufacturing the initial sample

يعتمد حجم العينة الأولى على نوع التفتيش المزمع تنفيذه وكقاعدة عامة ينبغي أن لايقل هذا الحجم عن (5) مفردات من كل قالب فرعي للقوالب التي تنتج عدة قطع، على أن تخضع كافة المفردات لعملية قياس أبعادها. ومن الجدير بالإشارة أن هنالك حالتين يمكن عدم اخضاع كافة مفردات العينة فيها للقياس أو كامل الخواص وهي:

- الأجزاء التي تصنع بالصب داخل قوالب سواء كانت معدنية أو لدائنية، حيث يكتفي عادة بقياس مفردة واحدة من كل قالب فرعي.
- الأجزاء التي تم إجراء تغييرات جزئية على تصميمها أو طريقة تصنيعها، حيث يكتفي عادة بقياس الخواص التي تأثرت مباشرة بالتغيير أو التي يتوقع أن تتأثر به فقط.

وبخصوص طريقة تصنيع العينة الأولى فمن البدهي أن تكون العينة الأولى ممثلة للإنتاج اللاحق مستقبلاً، ولهذا يتوجب أن تصنع بنفس الطريقة والأدوات التي ستستعمل عند الإنتاج على نطاق واسع.

3.2.9 قرارات الرفض والقبول: Acceptance & Rejection decisions

في ضوء نتائج عملية التفتيش تتخذ إحدى القرارات الآتية:

- تقبل العينات إذا كانت متطلبات الجودة متوفراً فيها، وكذلك عند ظهور انحراف في خواص الجودة يمكن تغيير متطلبات الجودة والرسوم التصميمية بموجبه.
- ترفض العينات عند ظهور انحراف لا يمكن تغيير متطلبات الجودة بموجبه وكذلك عند صعوبة تغيير التصميم لمعالجته ضمن حدود السماحات المقبولة.
- تصدر بطاقة سماح مؤقتة لوجبة معينة عند ظهور انحراف تقبل به دائرة التصاميم، بعد أن تتأكد من عدم تأثيره بشكل كبير على متطلبات الجودة، على أن يتخذ هذا القرار في أضيق الحدود وللمنتجات الممكن قبولها مع مافيها من انحراف شريطة اتخاذ الإجراءات السريعة لتصحيحالانحراف وتقديم عينة جديدة لإجراء التفتيش عليها.

ومن الضروري الإشارة إلى أن التفتيش يتم بموجب استمارة يسجل فيها كافة قياسات العينة الأولى ونتائجها بغية تهيئة المعلومات الضرورية لكتابة تقرير من قبل قسم التفتيش يتضمن:

- درج النتائج الحاصلة بالنسبة للخواص التي تختلف جزئيًا أو كليًا عن المتطلبات الجودة.
- تصنيف الانحرافات إلى حرجة، أى الانحرافات التي تؤثر على مستوى أداء المنتوج أو مظهره وغير الحرجة، أى التي تؤثر على أداء العمليات اللاحقة.

ويتوجب إرسال نسخة من التقرير إلى إدارة ضبط الجودة والتصاميم والمشتريات والتخطيط وكل إدارة مسئولة عن اتخاذ القرارات بغية دراسته والعمل على اتخاذ الإجراءات التصحيحية لمواجهة النواقص كل حسب موقعه وقدر تعلق الأمر به.

وجدير بالذكر، أن التجربة العملية أكدت ضرورة القيام بخزن العينات الأولى في الحالات الآتية:

- عند الموافقة على انحراف معين.
- عند ورود عينة من مجهز جديد.
- عندما يكون للأنهاء السطحي للمنتوج أهمية خاصة.

والاستمارة (1.9) توضح طريقة تسجيل القياسات واسلوب إستخلاص نتائجها، حيث تحتوي على:

1. يتضمن الجزء العلوي من الاستمارة معلومات ثابتة متمثلة باسم الجزء ورقمه واسم المجهز.. الخ.
2. في حقل التسلسل توضع الحروف أ،ب،ت.. إلخ بدلاً من الأرقام وذلك لتسهيل إيجاد القياس على الرسوم التصميمية للجزء وبالأخص عندما تحتوي الرسوم على عدد كبير من القياسات.
3. في حقل القياس أو الخاصية توضع القياسات والخواص حسب تسلسل ورودها في الرسوم التصميمية وعندما يتضمن القياس تفاوتات عامة يتوجب وضعها بين قوسين. وتسجل نتائج قياس المفردات الخمس في مواقعها. وفي حالة استخدام أداة قياس ثابتة توضع علامة (×) أمام الخاصية وبخلاف ذلك يثبت الرقم.
4. يوضع خط تحت القياس المخالف للتصميم.
5. في حقل الملاحظات تدون كلمة تقرير عند وجود انحراف يستوجب ذلك وكلمة مقبول عندما يظهر في مفردة واحدة ولقياس غير مؤثر.

3.9 التفتيش بالخواص المميزة Inspection by attributes:

من الثابت عمليًا، أن هذا النوع من التفتيش هو أكثر الأنواع استخدامًا في المنشآت الصناعية لسهولة تطبيقه واتسام نتائجه بالدقة المستهدفة[10]. ويتم بموجب

محددات هذا التفتيش التدقيق على الخواص المهمة لوظيفة المنتوج ومظهره الخارجي، فضلاً عن الخواص التي لها تأثير على انتظام عمل المنتوج أثناء تشغيله وسلامة العاملين عليه. وتنطوي عملية تنفيذ التفتيش بالخواص المميزة على المتطلبات الآتية:

1.3.9 تحديد طرق التفتيش Identify inspection ways:

إن الهدف من التفتيش هو تصنيف الوحدات والأجزاء المنتجة إلى معيبة وغير معيبة طبقًا لخاصية واحدة أو أكثر، لهذا ينبغي تنفيذ التفتيش بطرق مختلفة وبما ينسجم مع الخاصية المطلوبة وكما يلي:

- التفتيش البصري ويتم بالعين المجردة أو باستخدام أداة تكبير واطئة.
- القياس باستخدام أدوات مؤشرة ميكانيكية أو كهربائية.
- التفتيش الوظيفي ويتم باستخدام معدات اختبار خاصة من أجل التأكد من إيفاء المنتوج لوظيفته التصميمية.
- القياس باستخدام مقاييس ثابتة أو مقاييس قابلة للضبط.

اســــم الجزء		رقم الجزء		التغيرات		رقم الصفحة	
الجهز أو القسم المصنع		رقم الطلبية		الكمية المستلمة		تاريخ التسليم	
تقرير التفتيش		القسم	إعداد	تاريخ الإصدار	رقم القالب	اسم الفاحص	تاريخ التفتيش
ت	القياس أو الخاصية	رقم الوحدة (الأرقام التي تحتها خط = الانحراف)					ملاحظات
		1	2	3	4	5	
أ							
ب							
ت							
ث							
ج							
ح							
خ							
د							
ذ							
ر							
ز							
س							
ش							
ص							
ض							
ط							
ظ							
ع							
غ							
ف							
ق							
ك							
ل							
م							
ن							
	( ) = تفاوتات عامة. X = مصدق عليها باستعمال أداة قياس ثابتة.						

شكل (1.9) نموذج تسجيل نتائج العينة الأولى

2.3.9 تحديد حجم وأسلوب التفتيش

Determine the size and style of inspection:

إن الهدف الرئيس من تحديد حجم التفتيش هو تقليل احتمالات الإنتاج المعيب، ولهذا تمارس المنشآت أحد النوعين الآتيين لتحقيق الغاية المنشودة:

- التفتيش بالعينات ويتم على عدد من الوحدات التي تؤخذ بصورة عشوائية من الدفعات الإنتاجية شريطة توفر متطلبات تمثيل الدفعة وعلى أن تتضمن خطة التفتيش عدد مفردات العينة ورقمي القبول والرفض. ويستخدم هذا النوع من التفتيش على المنتجات الغير متسمة بخواص السلامة والأمان المطلق.
- التفتيش بنسبة 100٪ ويتم على جميع وحدات الدفعة الإنتاجية طبقًا لخاصية واحدة أو أكثر وللمنتجات المتسمة بخواص السلامة والأمان المطلق.

ومن الجدير بالإشارة وجود طريقتين لتحديد نوع التفتيش الواجب الاعتماد. تستند الأولى على استخدام جدول تصنيف العيوب والثانية على حساب نقطة التعادل بين كلفة التفتيش وكلفة التلف الناتج عن التفتيش.

الطريقة الأولى: جدول تصنيف العيوب [33]:

العيوب بالأنواع الأربع الآتية:

- عيوب تخص السلامة والأمان المطلق.
- عيوب حرجة.
- عيوب رئيسة.
- عيوب ثانوية.

أما تأثير العيوب على العمليات الإنتاجية اللاحقة وعلى معوليه المنتج الجاهز ومظهره الخارجي فبالإمكان توضيحها بالجدول (1.9).

جدول (1.9) تصنيف العيوب حسب أهميتها

أنواع العيوب	نوع التأثير على العملية الإنتاجية التالية	نوع التأثير على معولية المنتج النهائي	نوع التأثير على المظهر الخارجي للمنتوج
السلامة والأمان	×	تؤدي إلى مخالفة التعليمات التي تحددها قوانين السلامة والأمان	×
الحرجة	تؤدي بالتأكيد إلى خلل رئيس	تؤثر بشكل مؤكد على معولية المنتوج	تؤدي إلى عدم رضا المستهلك وكثرة الشكاوي
الرئيسة	تؤدي إلى خلل رئيس أو ثانوي	تؤدي إلى خلل رئيس أو ثانوي في معولية المنتوج	من المحتمل ملاحظة الخلل من قبل المستهلك وبهذا ستزداد الشكاوي
الثانوية	قد تؤدي إلى خلل ثانوي	قد يكون لها تأثير ثانوي على معولية المنتج	من المحتمل عدم ايلاءها أهمية من قبل المستهلك

أما تطبيق معلومات الجدول (1.9) لتحديد نوع التفتيش فيتم كما يلي:

- العيوب التي تخص السلامة والأمان والعيوب الحرجة تخضع للتفتيش بنسبة 100٪.
- العيوب الرئيسة والثانوية تخضع للتفتيش بإسلوب العينات.

الطريقة الثانية: نقطة التعادل:

تحسب نقطة التعادل طبقًا للمعادلة الرياضية الآتية:

$$P_A = \frac{I}{D}$$

حيث أن:

I = كلفة تفتيش المفردة.

D = كلفة الوحدة المعيبة التي تم تفتيشها.

وبمقارنة P_A مع النسبة المئوية للمعيب المقدرة $\overline{P}$ تظهر الحالات الآتية:

- إذا كانت $P_A < \overline{P}$ فإن الكلفة الإجمالية ستكون أقل باستخدام أسلوب التفتيش بنسبة 100٪.
- إذا كانت $P_A > \overline{P}$ فإن الكلفة الإجمالية ستكون أقل باستخدام أسلوب التفتيش بالعينات.
- أما إذا كانت $\overline{P}$ مستقرة وأقل بكثير من P_A فيفضل من الناحية الاقتصادية الاستغناء عن أي نوع من التفتيش.

3.3.9 تحديد تعليمات التفتيش: Determine inspection Instructions

من البدهي وجوب تهيئة تعليمات واضحة ومنتظمة ومتجانسة لتنفيذ التفتيش بصورة سهلة ودقيقة. والشكل (2.9) نموذج مبسط لتوثيق المعلومات التفتيشية.

اسم الجزء	رقم الجزء	التغيرات

مطلوب لأجل	القسم	إعداد	تاريخ الاصدار	رقم الاصدار

ت	الخاصية	طريقة التفتيش	خطط أخذ العينات

الملاحظات

المخطط التصميمي

شكل (2.9) تعليمات التفتيش

أما أسلوب ملء النموذج (2.9) فإنه:

1. في حقل الخاصية:

- تدوين خواص الجودة طبقًا لأصناف العيوب ودرجة أهميتها، حيث يدون أولاً العيب الذي قيمته أقل من المستوى المقبول للجودة ثم الذي يليه وهكذا بالتتابع التنازلي.
- فصل أصناف العيوب التي لها نفس المستوى المقبول للجودة عن بعضها بخطوط أفقية.
- ترقيم العيوب من الصنف الأول بأرقام تبدأ بـ(1) مثل 11، 12، 13،... الخ ومن الصنف الثاني بأرقام تبدأ بـ(2) مثل 21، 22، 23،... الخ.

2. في حقل طريقة التفتيش:

- تدوين طريقة التفتيش ونوع أداة القياس العامة ودرجة الدقة المطلوبة مثلاً مسطرة، قدمة، مايكروميتر... إلخ.
- تدوين أداة القياس الخاصة بمسمياتها وبرقم التصنيف مثل أداة القياس 124.

3. في حقل الملاحظات:

تسجيل أي ملاحظات إضافية تخص التفتيش البصري في هذا الحقل مع ضرورة الإشارة إلى رقم تسلسل الفقرة المعنية.

4 في حقل المخطط التصميمي:

من أجل تسهيل التفتيش يرسم مخطط تصميمي مبسط في هذا الحقل.

عدد الماكنة	رقم المادة	أمر الشغل	حجم الدفعة	المستوى	الأداة : عدد الضربات	تمرير
	123456	10	25000	1	4	17

البند	القيمة
الشظايا	6.3
البيضوية	0.3
	6.1
المجموع	272
	35
	4
	8
	2
	22

الملاحظات :

3 : يقع تقبل كما هي

7 : تجويف 3 هو 6.3 تصحيح قالب

9 : التجاويف 4.2 علامات حفر تقبل كما هي

البيضوية 0.4 يصحح نظام الماكنة

16: علامات حفر يصحح نظام الماكنة

21: البيضوية 0.35 تقبل كما هي

تجويف 3 هو 6.0 يصحح القالب

25: علامات تفقيق تقبل كما هي

27: تجويف 1 هو 6.2 يصحح القالب

29: فقدان اللون تغيير المواد الأولية

234 و 343
الفحص
456
قرار
خيار

شكل (3.9) نموذج لتفتيش العمليات

4.9 نموذج تفتيش العمليات Process Inspection form:

يستخدم النموذج (3.9) لتسجيل نتائج تفتيش الدوريات، حيث يقوم فاحص أو مفتش وبفترات زمنية مختلفة بأخذ عينات من الإنتاج لتفتيشها. ولأحكام الضبط على هذه الفعالية والتجاوب مع اعتباراتها الاقتصادية ينبغي الإلتزام بما يلي:

- لايقل حجم العينة عن (5) مفردات ولا يزيد عن (10) مفردات من كل قالب فرعي في حالة استعمال أدوات متعددة التجاويف.
- عدد مرات سحب العينات يعتمد على معدلات الإنتاج وحالة العمليات الإنتاجية. فإذا كان معدل الإنتاج أكثر من (100) وحدة في الساعة فإن الفترة الزمنية بين تفتيش وآخر هو ساعة واحدة للعمليات المستقرة ونصف ساعة للعمليات غير المستقرة. أما الفترة بين العمليات التي تحت الضبط فإنها أطول بكثير وتتراوح بين (2) إلى (4) ساعات بين تفتيش وآخر.

ومن الجدير بالإشارة، أن هذا النموذج يساعد على متابعة عدة خواص من الخصائص المتعددة للمنتوج في وقت واحد شريطة إستخدامها بمراعاة:

- عند استخدامها لكشف التغيرات في العمليات الإنتاجية يتعين سحب المفردات التي تتكون منها العينة بالتتابع من كل عملية، أما عند إستخدامها لأغراض القبول فينبغي سحب مفردات العينة بصورة عشوائية من الدفعة الفرعية المطلوب إتخاذ القرار بصددها.
- بعدتدوين المعلومات الثابتة والشهر واليوم وحجم العينة واسم العامل والفاحص تبدأعملية التفتيش وتسجيل العيوب في عمود الخاصية مع تأشير تسجيل الدفعات الفرعية المرفوضة التي يتخذ قرار بعزلها وتفتيش جميع مفرداتها بعلامة (×) وبخلاف ذلك بعلامة (−).
- تسمية كل نوع من أنواع العيوب في حقل الملاحظات مع ذكر مسبباته والإجراء المطلوب إتخاذه بصدده وكذلك قرار القبول من عدمه.

5.9 التفتيش النهائي Final inspection :

الهدف الرئيس من ممارسة هذا التفتيش متمثل بمنع المنتجات المعيبة من مغادرة المنشأة حفاظاً على سمعتها النوعية في السوق وطبقاً لمتطلبات هذا التفتيش يتوجب التركيز على الجوانب الأساسية الآتية [9]:

- الأداء. ويتم التأكد من الأداء من خلال اختبار عمل المنتوج بموجب الطرق المحددة مسبقاً لهذه الأنواع من الاختبارات.
- السلامة. ويتم التأكد من سلامة المنتوج عند استخدامه من قبل المستهلك بتطبيق كافة التعليمات والطرق المحددة لهذا النوع من الفحص والتدقيق. وكمثال على ذلك يتم التأكد من سلامة الأدوات الكهربائية المنزلية باختبار العازلية والاستقطاب ودورة القطب المتصلة بالأرض.
- المظهر. ويتم التأكد من المظهر بصرياً من خلال مقارنته بنموذجين قياسيين يمثل الأول الحد الأدنى للقبول والثاني الحد الأعلى للرفض. ومما يتوجب التنويه إليه بصدد هذه الطريقة، إن التطبيقات العملية أكدت على صعوبة وضع اشتراطات الجودة والعمل بموجبها بطريقة أخرى.

ولتسهيل عمل التنفيذ للتفتيش النهائي وتقليل احتمالات عدم ملاحظته لبعض العيوب أو النواقص ينبغي مراعاة ما يلي:

- تزويد القائم بالتفتيش بالخطوات الروتينية القياسية الواجب إتباعها لتدقيق المنتوج وتخويله صلاحية إعادة المنتجات المعيبة، التي يمكن معالجة عيوبها، لمواقع العمل للقيام بتصحيحها، على أن يتم إعادتها مرة ثانية للتفتيش النهائي لفحصها.
- مراجعة المفتش والفاحص لسجل العيوب المدون فيه أنواع العيوب ودرجة تكررها ومناطق حدوثها في مراحل الإنتاج والتجميع كافة، فضلاً عن مراجعة استمارات التفتيش النهائي السابقة لملاحظة أنواع العيوب والنواقص بغية توجيه اهتماماته للتركيز عليها.

ومن المفيد بهذا الصدد التطرق للخبرة المكتسبة في الدول المتطورة صناعياً، حيث قامت إحدى الشركات المنتجة للثلاجات والمجمدات العمودية بتصميم نموذج لأغراض التفتيش النهائي، شكل (4.9)، والتي يتبين منها آلية تنفيذ التفتيش من خلال تحديد أنواع العيوب المحتملة وإعطاء رقم رمزي لكل عيب لتسهيل عملية إدخاله على الحاسبة الإلكترونية وبعد المباشرة بالتفتيش وحال ظهور أي عيب يقوم الفاحص بوضع دائرة حول رقمه الرمزي ويرسله مباشرة إلى الحاسبة الإلكترونية ذات الاسترجاع الاختياري لكي تقوم بعملية تجميع العيوب ومقارنة حاصل الجمع مع عدد قياسي محدد. وفي حالة تجاوز مجموع العيوب المكتشفة العدد القياسي يتم تحذير مسئول القسم الإنتاجي ومهندس ضبط الجودة من خلال الشاشة الطرفية الموجودة في غرفة كل منهما بغية اتخاذ الإجراءات التصحيحية السريعة لمواجهة النواقص بالوقت والمكان اللازمين وبهذا تتهيأ أفضل الفرص لتقليل المعيب وضمان استغلال عناصر الإنتاج بصيغ أفضل.

6.9 تقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة

Quality rating of out-going products:

أثبت الواقع العملي، أن إجراءات الفحص والتفتيش مهما كانت مشددة أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية وخلال مراحل التجميع والتغليف فإن احتمال عبور بعض العيوب في المنتج الجاهز سواء أكانت رئيسة أم ثانوية وارد [32] وهذا، وكما هو معلوم يمس بالسمعة النوعية للجهة المصنعة ويرفع عدد شكاوي المستهلكين وفي حالة عدم مواجهتها ستؤثر على خفض نسب المبيعات على المدى البعيد. الأمر الذي يستدعي اعتماد طريقة لتقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة بغية استخدام نتائج تطبيقها للأهداف الآتية:

التغييرات		التاريخ	الفاحص			القسم	رقم المشروع			اسم المشروع
محددة	[illegible]	كشف نضح الغاز I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	البـاب	[illegible]	[illegible]	رقم الرمز	المظهر الخارجي
		رقم وصلة اللحام الناضح			530	الصبغ			55	الصبغ
		204 203 202 201 200			511	عيوب الصبغ			551	عيوب في الصبغ
		209 208 207 206 205			532	الغطاء			552	عيوب نتيجة المباراة
		214 213 212 211 210 219 218 217 216 215			533	[illegible]			559	غيرها
		224 223 222 221 220 229 228 227 226 225			534	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	البطانة الداخلية
		234 233 232 231 230 239 238 237 236 235			535	[illegible]			560	[illegible]
		244 243 242 241 240 249 248 247 246 245			537	القفل			561	كسور
محددة	[illegible]	كشف نضح الغاز II			539	غيرها			562	[illegible]
		رقم وصلة اللحام الناضحة	[illegible]	[illegible]		تجميع الباب			563	بقع
		304 303 302 301 300 309 308 307 306 305			500	[illegible]			569	غيرها
		314 313 312 311 310 319 318 317 316 315			501	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	نظام التبريد
		324 323 322 321 320 329 328 327 326 325			502	[illegible]			520	المبخر
		334 333 332 331 330 339 338 337 336 335			503	[illegible]			521	رفوف المجمد
		344 343 342 341 340 349 348 347 346 345			504	المفصلة العليا			522	المكثف
محددة	[illegible]	التحرصات			505	المفصلة الوسطى			523	الضاغط
		400 [illegible]			506	المفصلة السفلى			525	[illegible]
		401 [illegible]			509	غيرها			526	اللحام
		402 [illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	الأجزاء الكهربائية			529	غيرها
		403 [illegible]			510	وحدة السيطرة	[illegible]	[illegible]	[illegible]	بطانة الباب
		404 [illegible]			511	منظم الحرارة			540	الرفوف
		405 [illegible]			512	المفتاح الكهربائي			541	باب المجمدة
		409 [illegible]			513	المصابيح			543	بطانة الباب
					514	[illegible]			544	شرائح الغطاء
					515	[illegible]			545	العزل
					516	[illegible]			549	غيرها
					513	[illegible]				
					519	غيرها				

شكل (4.9) نموذج تفتيش نهائي باستعمال الحاسب الإلكتروني

- تزويد مديرو الإنتاج، وبشكل مستمر، بمعلومات عن مستويات الجودة واتجاهاتها لاتخاذ الإجراءات التصحيحية الفورية لخفض العيوب، الأمر الذي سيمكن من رفع جودة المنتجات والسعة النوعية للجهة المصنعة.
- توفير المعلومات اللازمة لضمان ديمومة الجودة واستمراريتها والعمل على تحسينها بخلاف ذلك.
- تحفيز العاملين على ضبط أدائهم لمعرفتهم بوجود تقويم أخر للجودة، الأمر الذي سيساعد، على المدى البعيد، على خلق نظرة موضوعية تجاه الجودة في الجهة المصنعة.

1.6.9 أصناف العيوب ومعادلة حساب رقم القصور وحجم العينة لأغراض التقويم:

Defects Types, demerit count, and sample size for evaluation:

كما هو معلوم، تصنف العيوب، باستثناء العيوب التي تخص السلامة والأمان، إلى أربع أنواع طبقاً لأهميتها من عدمه. وتم التعارف على تحديد كل نوع من أنواع العيوب بنقاط قصور مستندة على احتمال شكاوي المستهلكين من العيب وكما يلي:

- الصنف (A) ويمثل العيوب المهمة جداً وحدد بـ(100) نقطة قصور.
- الصنف (B) ويمثل العيوب المهمة وحدد بـ(50) نقطة قصور.
- الصنف (C) ويمثل العيوب الأقل أهمية وحدد بـ(10) نقاط قصور.
- الصنف (D) ويمثل العيوب الغير المهمة وحدد بـنقطة قصور واحدة.

إضافة لما تقدم تم تعريف كل صنف من خلال تأثيره على الأداء أو المظهر الخارجي، فضلاً عن احتمالية ملاحظته من المستهلك من عدمه، والجدول (9-2) يوضح بشكل موجز ما تقدم ذكره.

جدول (2.9) تصنيف وتعريف أنواع العيوب

أصناف العيوب	تأثير العيب على الأداء	تأثير العيب على المظهر	تأثير العيب على الشكاوي	عدد نقاط القصور
عيوب مهمة جـــــــداً (A)	لها تأثير كبير على أداء المنتوج.	لها تأثيركبير على مظهر المنتوج.	تلاحظ من قبل المستهلك وتسبب شكاوي.	100
عيوب مهمة (B)	لها تأثير محدود على أداء المنتوج.	لها تأثير محدود على مظهر المنتوج.	محتمل ملاحظتها وتسبب شكاوي.	50
عيوب أقل أهميـــــــة (C)	لها تأثير محدود جداً على أداء المنتوج.	لها تأثير محدود جداً على مظهر المنتوج.	لاتسبب شكاوي على الأغلب.	10
عيوب غير مهمة (D)	ليس لها تأثير على أداء المنتوج.	ليس لها تأثير على مظهر المنتوج.	لايلاحظها المستهلك.	1

أما رقم القصور للوحدة المقيمة، أي عدد نقاط القصور لوحـدة المنتـوج المقـيم فيتم حسابه بموجب المعادلة الرياضية الآتية:

$$u = \frac{100d_A + 50d_B + 10d_C + 1d_D}{n}$$

حيث أن:

u = عدد نقاط القصور لوحدة المنتوج المقيم.

n = عدد الوحدات التي تم تقيمها خلال فترة زمنية محددة (أسبوع أو شهر)

d_D, d_C, d_B, d_A = عـدد العيـوب المشخصـة للأصـناف D,C,B,A علـى التوالي خلال فترة التقويم.

وفيما يخص حجم العينة لأغراض تقـويم درجـة الجـودة فإنـه يعتمـد بصـورة أساسية على الاعتبارات الاقتصادية أي على المقارنة بين كلفة تقويم العينـات الكـبيرة وبين عدم الثقة بنتائج العينات الصغيرة وعلى العموم يحسب الحجـم طبقـاً للمعادلـة الآتية:

$$n = c.\sqrt{2N}$$

حيث أن:

n = الحجم الشهري للعينة.

C = ثابت ويتغير طبقاً لنوع الانتاج من 0.6 إلى 2.5.

N = عدد المنتجات المصنعة خلال الشهر.

ومما يتوجب ذكره بصدد حجم العينة الشهرية الواجبة الفحص (n) وجوب توزيعها على أسابيع وأيام الشهر.

2.6.9 المعايير القياسية لمستوى جودة المنتجات الجاهزة:

من أجل الوقوف على مستوى الجودة للمنتوج الجاهز المقيم بالشكل العلمي المفروض ينبغي مقارنة رقم القصور (u) مع مقياس معتمد لهذا الغرض ومن بين المقاييس المستخدمة في الواقع العملي [28]:

1. مستوى الجودة القياسي (u_S) والذي يحسب وفقاً للمعادلة الآتية:

$$u_S = 100u_A + 50u_B + 10u_C + 1u_C$$

حيث أن:

u_D , u_C , u_B , u_A = عدد نقاط القصور لوحدة المنتوج المقييمة من الأصناف (D,C,B,A) والتي لها علاقة بنوع المنتوج وبطريقة الإنتاج.

2. مؤشر الجودة (I) والذي يحسب بموجب المعادلة التالية:

$$I = \frac{u}{u_s}$$

وبعد تحديد قيمة (I) يتم التقويم طبقاً لما يلي من حالات:

أ- إذا كانت (I) مساوية إلى الواحد عدد صحيح فإن مستوى الجودة مساوٍ لمستوى الجودة القياسي.

ب- إذا كانت (I) أقل من واحد فإن مستوى الجودة أفضل من مستوى الجـودة القياسي.

ج- إذا كانت (I) أكبر من واحد فإن مستوى الجودة أقل مـن مسـتوى الجـودة القياسي.

وجدير بالذكر، أن عملية التقويم تتم أسبوعياً مـن خـلال رسـم النتـائج علـى لوحة بنفس أسلوب رسم لوحات ضبط الجودة، حيث يتوجب أن يظهـر فيهـا الخـط المركزي ممثلاً بقيمة الجودة القياسية (u_S) وحد الجودة الأعلى والأدنى اللذان يحسبان بموجب المعادلتين الآتيتين:

$$UCL = u_S + 3\sigma_u$$

$$LCL = u_S - 3\sigma_u$$

حيث أن:

UCL = الحد الأعلى للوحة الضبط.

LCL = الحد الأدنى للوحة الضبط.

u_S = قيمة الجودة القياسية.

U = عدد نقاط القصور لوحدة المنتوج المقييم

σ_u = الانحراف المعياري والذي يحسب طبقاً للمعادلة التالية:

$$\sigma_u = \sqrt{\frac{(100)^2 U_A + (50)^2 U_B + (10)^2 U_C + (1)^2 U_D}{n}}$$

وفي حالة وقوع قيمة رقم القصور فوق الحد الأعلى للوحـة الضـبط فـإن هـذا يدل على أن مستوى الجودة للمنتوج الجاهز المقيّم أقل من مستوى الجودة القياسي. أما إذا وقعت القيمة تحت الحد الأدنى فإن هذا يشير على حدوث تحسن حقيقي في جودة المنتـوج الـذي تم تقويمـه. وجـدير بالإشـارة إلى أن ممارسـة هـذا النشـاط في المنشـآت

الصناعية أمر غاية في الأهمية لأنه يمثل الأساس العلمي المفروض لفعالية المتابعة وتحسين جودة المنتوج بالوقت المطلوب.

3.6.9 حالة دراسية لتطبيق المقاييس النوعية لتقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة

Case Study for quality ratingof out-going products:

تم تطبيق مقاييس الجودة لتقويم مستوي الجودة مجمدات عمودية جاهزة في شركة معينة من خلال اتباع الخطوات الآتية:

أولاً: أعدت استمارة تتضمن تعليمات العمل لتعيين درجة الجودة بغية تحديد أصناف العيوب إلى (A, B ,C, D) وكما في الاستمارة (5.9) وعلى غرار قوائم التدقيق التي تصمم لكل نوع من أنواع المنتجات الجاهزة وبالتفصيلات الآتية:

1. تتضمن الاستمارة ثلاثة حقول:

- التسلسل.
- الخاصية.
- صنف العيب.

يكتب التسلسل برقم ثلاثي وبالتفصيل الآتي:

- الرقم الأول من جهة اليسار يدل على خواص التغليف ووضع العلامات إذا بدأ بالرقم (1).
- الرقم الأول يشير إلى أداء المنتوج إذا بدأ بالرقم (2).
- الرقم الأول يرمز إلى المظهر الخارجي إذا بدأ بالرقم (3).

أما حقل الخاصية فتدون جميع الخواص المهمة من وجهة نظر المستهلك والتي يتوقع ملاحظتها بدأ بخواص التغليف ووضع العلامات ومروراً بخواص المنتوج الكامل بحالته النهائية والجاميع والملحقات الأساسية وانتهاءً بالجاميع الثانوية. ومما يتوجب الإشارة إليه إمكانية أخذ العيب الواحد أكثر من صنف.

ثانياً: سحبت عشوائية مؤلفة من (20) مجمدة عمودية بعد الانتهاء من التفتيش والتغليف وتم طبقاً لمفردات تعليمات تعيين مستوى الجودة التي حددت في الاستمارة (5.9) أعلاه لهذا المنتوج تصنيف العيوب وظهرت وكما هي عليه في الاستمارة المشار إليها.

ثالثاً: تم تسجيل نتائج مستوى الجودة وكما في الاستمارة (6.9) وكان مجموع العيوب من كل صنف كما يلي:

- 8 عيوب من الصنف A
- 10 عيوب من الضنف B
- 9عيوب من الصنف C
- 10 عيوب من الصنف D

رابعاً: بناءً على المعلومات التي توفرت عن مجموع كل نوع من أنواع العيوب تم حساب رقم القصور وكالتالي:

$$u = \frac{100d_{50} + 50d_B + 10d_C + 1d_D}{n} = \frac{100 \times 8 + 50 \times 10 + 10 \times 9 + 1 \times 10}{20}$$

$$= 70$$

خامساً: حُسب مستوى الجودة القياسي (u_S) وكما يلي:

$$u_S = 100d_{50} + 50d_B + 10d_C + 1d_D$$

حيث أن:

$$20 = u_D \text{ ؛ } 4 = u_C \text{ ؛ } 0.10 = u_B \text{ ؛ } 0.08 = u_A$$

$$20 \times 1 + 4 \times 10 + 0.1 \times 50 + 0.08 \times 100 = u_S$$

$$20 + 40 + 5 + 8 =$$

$$73 =$$

سادساً: تم تحديد مؤشر الجودة (I) وكالآتي:

$$\frac{70}{73} = \frac{u}{u_s} = I$$

$$0.95 =$$

سابعاً: أعدت لوحة الضبط وكما في اللوحة (7.9) التي تم تصميمها بعد حساب عدد نقاط القصور لكل أسبوع من أسابيع الفصل الرابع لسنة 1992 والبالغ عددها (13) أسبوعاً. ودونت النتائج أسفل اللوحة (7.9) المشار إليها.

ثامناً: تحليل النتائج والقرارات

تم حساب كل من (u) و(u_s) و(I) على أساس معلومات الأسبوع الأول من أسابيع الفصل الرابع لسنة 1992، أي الأسبوع رقم (40) ولدى مقارنة الناتج مع ماورد في ضوابط المقارنة القياسية المشار إليها نجد انطباقها مع ماجاء في الفقرة (ب)، لهذا فإن الجودة المقوّمة لهذا الأسبوع هي أفضل من مستوى الجودة القياسية لأنها (0.95) مقابل (1). وبنفس الأسلوب تم الحساب لكافة أسابيع الفصل وجمعت النتائج والقرار المناظر لكل نتيجة بجدول وكما هي عليه في الجدول (3.9).

جدول (3.9) درجة تقويم مستوى جودة المنتجات الجاهزة

لأسابيع الفصل الرابع سنة 1992

أرقام أسابيع الفصل الرابع سنة 1992	عدد نقاط القصور(u)	عدد نقاط القصور القياسية (u_S)	مؤشر الجودة (I)	القرار (أفضل أم مساوي أوأقل)من المؤشر القياسي.
40	70		0.95	أفضل
41	73		1	مساوي
42	78		1.06	مساوي تقريباً
43	62		0.84	أفضل
44	73		1	مساوي
45	62		0.84	أفضل
46	69	73	0.94	أفضل
47	78		1.06	مساوي تقريباً
48	91		1.24	أقل
49	88		1.20	أقل
50	75		1.02	مساوي تقريباً
51	74		1.01	مساوي تقريباً
52	77		1.05	مساوي تقريباً

من الجدول (3.9) يبدو أن مستوى جودة المجمدات الجاهزة على مستوى أسابيع الفصل الرابع مقبول بحالته العامة عدا الأسابيع 48، 49 التي كان فيها مستوى الجودة أقل من المستوى القياسي أما الأسابيع المساوية تقريباً فيمكن اعتبارها مقبولة.

صنف المنتوج		المنتوج		رقم المنتوج	
مجمدة عمودية		ثلاجات ومجمدات		203455	
القسم	إعداد	تاريخ الإصدار	رقم الإصدار	رقم الصفحة	تصديق
ضبط الجودة	مهندس ضبط الجودة	تشرين الأول 1992	1	1	مدير ضبط الجودة

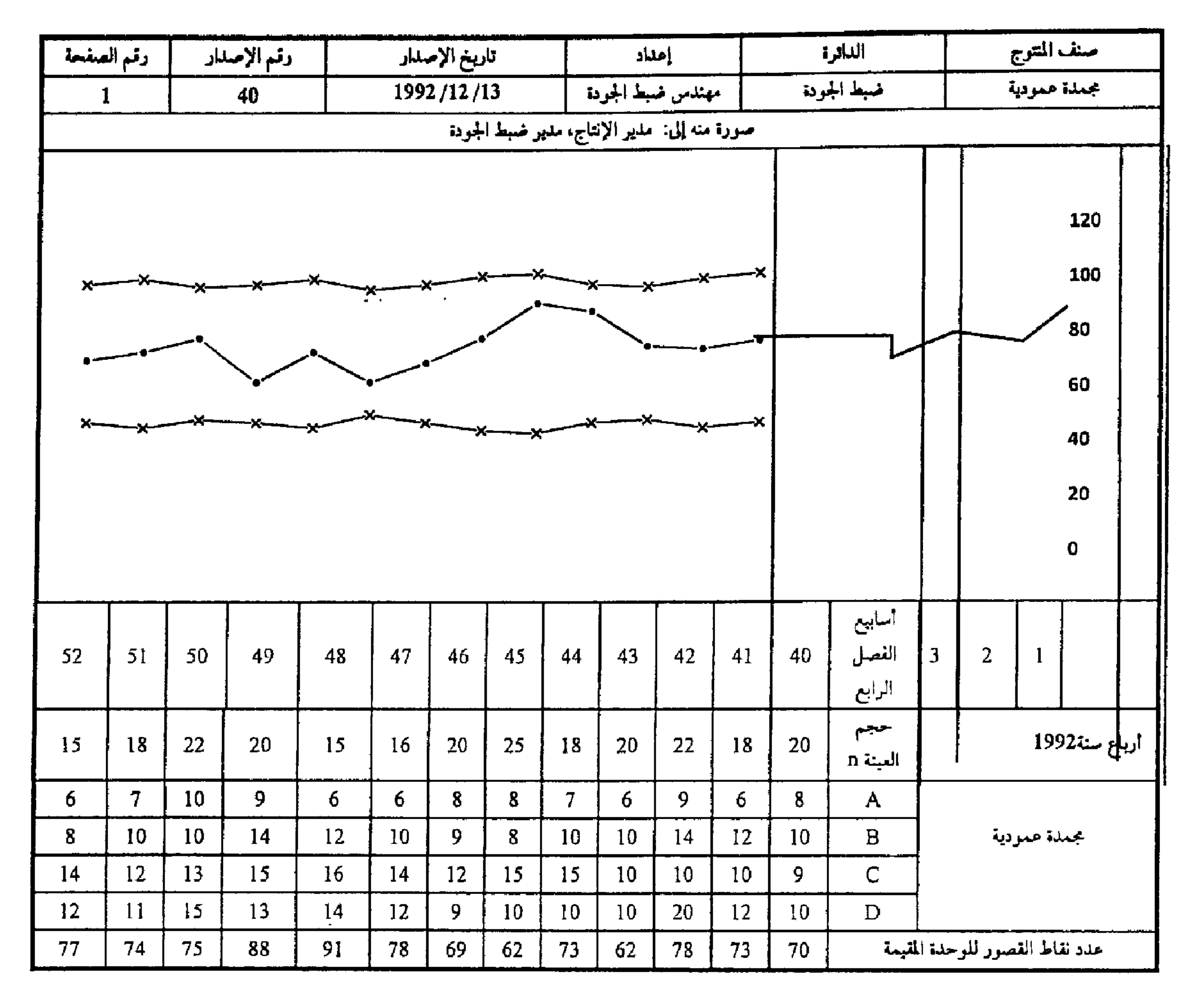
ت	الخاصية	أصناف العيوب			
		A	B	C	D
101	الغلاف الخارجي وتثبيت علامة المنتوج			×	×
301	أضرار صبغ المجمدة	×	×	×	
302	عيوب في جسم المجمدة	×	×	×	
304	اعوجاج ظاهري في شبكة المبخرة		×	×	×
203	عدم ضبط الباب.		×	×	
304	اعوجاج المفاصل (العليا، الوسطى، السفلى)	×	×		
305	عدم ضبط الحشوة المطاطية العازلة للباب.		×	×	
306	عدم ربط يد الباب بشكل جيد.		×	×	×
205	خروج عازل (الفوم) من فتحات البطانة.		×	×	
206	صعوبة حركة الرفوف في مواقعها.		×	×	
307	عدم نظافة البطانة الداخلية للباب.			×	×
207	وجود شقوق في بطانة الباب.	×	×		
208	خلل وحدة السيطرة الكهربائية.	×	×		
209	خلل الثرموستات.	×	×	×	
210	خلل المصابيح الكهربائية.		×	×	
211	نضح في أنابيب غازالتبريد.	×	×		
212	المجمدة لاتبدأ بالعمل.	×			
213	صوت في الضاغط.		×	×	

نموذج (5.9) تعليمات العمل لتقويم مستوى الجودة

صنف المنتوج		المنتـــــــوج		رقم المنتوج	
مجمدة عمودية		ثلاجـــات ومجمـــدات		203455	
القسم	الفاحص	تاريخ الإصدار	ملاحظ خط التجميع	العدد المقيم	الأسبوع
ضبط الجودة	ملاحظ ضبط الجودة	تشرين الأول 1992	سعد يونـــس	20	40

ت	الخاصيـة	أصناف العيوب			
		A	B	C	D
101	الغلاف الخارجي وتثبيت علامة المنتوج				1
101	الغلاف الخارجي وتثبيت علامة المنتوج			1	
301	أضرار صبغ الجمدة	2			
302	عيوب في جسم المجمدة	1			
302	عيوب في جسم المجمدة.		1		
304	اعوجاج ظاهري في شبكة المبخرة.		1		
203	عدم ضبط الباب.		1		
203	عدم ضبط الباب.			3	
304	اعوجاج المفصل العلوي.	2			
305	عدم ضبط الحشوة المطاطية العازلة.		1		
306	عدم ربط يد الباب بشكل جيد.				8
205	خروج عازل (الفوم) من فتحات البطانة.		1		
206	صعوبة حركة الرفوف في مواقعها.			1	
307	عدم نظافة البطانة الداخلية للباب.				1
207	وجود شقوق في بطانة الباب.	1			
208	خلل وحدة السيطرة الكهربائية.		2		
209	خلل الثرموستات.			1	
210	خلل المصابيح الكهربائية.			3	
211	نضح في أنابيب غازالتبريد.	1			
213	صوت في الضاغط.		3		
213	صوت في الضاغط.	1			
	المجموع	8	10	9	10

نموذج (6.9) طريقة تسجيل نتائج تقويم درجة الجودة



صنف المنتوج	الدائرة	إعداد	تاريخ الإصدار	رقم الإصدار	رقم الصفحة
مجمدة عمودية	ضبط الجودة	مهندس ضبط الجودة	1992/12/13	40	1

صورة منه إلى: مدير الإنتاج، مدير ضبط الجودة

		أسابيع الفصل الرابع	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
1 2 3	أرباع سنة1992	حجم العينة n	20	18	22	20	18	25	20	16	15	20	22	18	15
مجمدة عمودية		A	8	6	9	6	7	8	8	6	6	9	10	7	6
		B	10	12	14	10	10	8	9	10	12	14	10	10	8
		C	9	10	10	10	15	15	12	14	16	15	13	12	14
		D	10	12	20	10	10	10	9	12	14	13	15	11	12
عدد نقاط القصور للوحدة المقيمة			70	73	78	62	73	62	69	78	91	88	75	74	77

شكل (7.9) لوحة ضبط الجودة وتقرير تقويم مستوى الجودة

أسئلة وتمارين الفصل التاسع

1. تم تقويم مستوى جودة 20 مجمدة فوجدت فيها العيوب التالية:

العدد	صنف العيب
2	A
5	B
10	C
20	D

فإذا كان عدد نقاط القصور القياسية لهذا النوع من المجمدات us=25 نقطة. فاحسب قيمة مؤشر الجودة I وبين دلالة ذلك؟

2. في مصنع السجاد تم تقويم مستوى جودة 10 سجادات فوجدت فيها العيوب التالية:

العدد	صنف العيب
1	A
3	B
8	C
20	D

فإذا علم أن عدد نقاط القصور القياسية us لهذا النوع من السجاد هو 35 نقطة. احسب مؤشر الجودة I وبين دلالة ذلك؟

3. ما هي الوثائق والتعليمات اللازمة لإنجاز أعمال تخطيط التفتيش؟

4. متى يطلب إجراء تفتيش العينة الأولى في المنشأة الصناعية؟

5. تبلغ كلفة تفتيش إحدى مكونات دائرة كهربائية 0.8 دينار، وتبلغ كلفة تصليح الدائرة الكهربائية عند استخدام مكونة غير مطابقة للمواصفات 8 دنانير.

بين نوع التفتيش الواجب لهذه المكونة باستخدام حساب نقطة التعادل؟

6. بين تأثير العيوب الحرجة والرئيسة والثانوية على استمرارية العملية الإنتاجية وعلى معولية ومظهر المنتوج النهائي؟

7. يعتبر تصنيف العيوب أساسيًا كخطوة تسبق تحديد ما يلي:

أ. خواص التصميم التي يتم التفتيش عليها.

ب. مواصفات الجهز للأجزاء الحرجة.

جـ. نقاط مراجعة العملية.

د. تفتيش اقتصادي بأخذ العينات.

هـ. قائمة تدقيق المنتوج.

8. عند إعطاء تعليمات التفتيش تعتبر عملية الاتصال تامة عندما:

أ. يذهب المفتش إلى محل عمله للتنفيذ.

ب. ينهي المتكلم تعليماته.

جـ. يقرأ المفتش التعليمات ويصف كيف سينفذ العمل.

د. يقول المفتش بأنه فهم التعليمات.

9. تحتوي خطة تفتيش منتوج جديد:

أ. تفاصيل برامج الإنتاج.

ب. الطرق الإجرائية وتقنيات أخذ العينات.

جـ. تقنية ومراقبة وعزل المنتجات المطابقة وغير المطابقة.

د . الإجابة أ،ب.

هـ. الإجابات أ، ب، جـ.

10. السبب الرئيس في تشخيص الأجزاء غير المطابقة وعزلها هو:

أ. حتى يمكن تحديد مسببات الانحراف.

ب. للحصول على معلومات إحصائية.

جـ. حتى يمنع استخدامها في الإنتاج بدون تحويل مناسب.

د. للحصول على أجزاء تدل على مهارة ضعيفة واستخدامها في برامج التدريب.

هـ. حتى يمكن تحديد المسئولية واتخاذ الإجراءات العقابية.

11. في حالة التفتيش البصري فإن واحدة من أحسن طرق تخفيض تدني مستوى جودة التفتيش يتمثل فيما يلي:

أ. إعادة تدريب المفتشين باستمرار.

ب. التنويع في واجبات التفتيش.

جـ. برمجة فحص عيون المفتشين.

د. تكرار فترات الراحة.

هـ. استخدام نموذج قياس المقارنة.

الفصل العاشر

القياس Measurement

الفصل العاشر

القيـــاس

Measurement

1.10 أهمية ومفهوم وأنظمة القيـاس.

2.10 التسلسل الهرمي لمعايير القياس.

3.10 تقنيـة القياس.

4.10 الخطأ في القياس وأساليب تقليله.

1.10 أهمية ومفهوم وأنظمة القياس

The importance and the concept and measurement systems:

كما هو معلوم كان الغرض من القياس تحديد مطابقة المنتوج الجاهز للمواصفات من عدمها قبل تضمين وظائف ضبط الجودة بوظيفة الوقاية من العيوب وبعد تضمينها بهذه المهمة المتمثلة بتحذير المنفذين أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية من احتمالات الوقوع في أخطاء يترتب عليها إنتاج معيب، توسعت الأغراض من القياس وشملت المجالات الآتية:

- تزويد المعلومات عن الوحدات المنتجة كمفردات.
- جمع المعلومات عن أجزاء الدفعات الإنتاجية كمجاميع.
- تزويد المعلومات عن المراحل والعمليات الإنتاجية أثناء تنفيذها بغية اتخاذ الإجراءات التصحيحية بالوقت المناسب.
- جمع المعلومات عن أدوات القياس المستخدمة بهدف التأكد من دقتها ومعايرتها.

ومما يتوجب ذكره بهذا الصدد أن التطورات التكنولوجية السريعة والكبيرة التي شهدها، ولا يزال يشهدها، عالم التصنيع استدعت تفاوتات تصميمية مشددة، الأمر الذي تطلب لمواجهة قياسها:

- تطوير أدوات القياس بإتجاه زيادة دقتها وتحديث أساليب معايرتها وطرق إدامتها.
- استحداث نظام المراجع، أي مرجع بدقة قياس أعلى من كل أداة قياس. فمثلاً أداة القياس التي دقتها (0.001) تدقق بشكل دوري من خلال أداة قياس مرجعية بدقة (0.0001) أو (0.000001) في بعض الصناعات الإلكترونية الخاصة.

واستنادًا إلى ما تقدم يمكن تحديد مفهوم القياس بأنه التعبير الكمي عن الخواص المميزة للمنتجات والعمليات التصنيعية من خلال وحداته التي تمثل لغة عملية القياس. وبهدف ضبط عملية دقة التعبير فإن الأمر يستدعي:

- تعريفاً واضح المعالم لوحدات القياس التي تحول القيم المجردة كالطول أو الكتلة مثلاً إلى تعبير كمي مثل المتر أو الكيلو غرام.
- تدريج أدوات القياس طبقًا للواحدات القياسية للتعابير الكمية المشار إليها في أعلاه.
- توضيح أساليب استخدام أدوات القياس وطريقة التعبير عن مدى امتلاك المنتوج أو العمليات الإنتاجية للخاصية المميزة المحددة من عدمها.

وبصدد أنظمة القياس فهنالك، وكما هو معلوم، (3) أنظمة قياس وهي:

1. النظام الإنكليزي وهو أقدم أنظمة القياس.
2. النظام المتري وظهر في فرنسا وانصب اهتمامه على قياس الخواص المميزة البسيطة مثل الطول، المساحة، الحجم والكتلة.
3. النظام الدولي (SI) وظهر بنتيجة تطور التكنولوجيا وما صاحب ذلك من حاجة لتطوير النظام المتري.

والجدول (1.10) يوضح أهم وحدات أنظمة القياس الثلاث المشار إليها في أعلاه.

جدول (1.10) أمثلة على وحدات أنظمة القياس

الخاصية	النظام الإنكليزي	النظام المتري	النظام الدولي
الطول	قدم	متر	متر
الزمن	ثانية	ثانية	ثانية
القوة	باوند	كيلو غرام. ثانية/متر^2	نيوتن
الكتلة	سلج(32.2باوند) slug	كيلو غرام	كيلو غرام

إن أساس ربط الصلة بين الوحدات ومضاعفاتها وأجزائها في النظامين المتري والدولي هو الرقم (10). في الوقت الذي لاتوجد مثل هذه العلاقة الواضحة في النظام الإنكليزي لأنه يقسم القدم إلى (12) إنج والياردة إلى (3) أقدام... الخ. وجدير

بالذكر تبني دول العالم كافة منذ سنة (1975) للنظام الدولي للقياس (SI). والجدول (2.10) يبين الوحدات الأساسية والتكميلية والمشتقة لهذا النظام.

جدول (2.10) وحدات القياس الأساسية والتكميلية والمشتقة للنظام الدولي (SI).

ت	الخاصية	وحدة القياس	الرمز	المعادلة
1.	الوحدات الأساسية			
	الطول	متر (م)	m	
	الكتلة	كيلو غرام(كغم)	kg	
	الوقت	ثانية (ث)	S	
	التيار الكهربائي	امبير (أ)	A	
	درجة الحرارةالداينمية	درجة كلفن (ك)	k	
	قوة الإضاءة	شمعة (ش)	cd	
	كمية المادة	مول (مول)		
2.	الوحدات التكميلية			
	زاوية مستوية	زاوية نصف قطرية (زنق)	rad	
	زاوية مجسمة	زاوية نصف قطرية مجسمة (زم)	Sr	
3.	الوحدات المشتقة			
	المساحة	متر مربع (م)^2	m^2	
	الحجم	متر مكعب (م)^3	m^3	
	التردد	هرتز (هز)	Hz	(S^{-1})
	الكثافة	كيلو غرام لكل متر مكعب (كغم / م^3)	kg/m^3	
	السرعة	متر لكل ثانية (م/ ث)	m/s	
	السرعة الزاوية	زاوية نصف قطرية لكل ثانية	rad/s	
	التعجيل	متر لكل ثانية تربيع (م/ ث^2)	m/s^2	
	التعجيل الزاوي	زاوية نصف قطرية لكل ثانية تربيع	rad/s^2	
	القوة	نيوتن (ن)	N	($Kg.m / s^2$)
	الضغط	نيوتن لكل متر مربع (ن/ م^2)	N/m^2	
	اللزوجة الحركية	متر مربع لكل ثانية (م^2/ ث)	m^2/s	
	اللزوجة الداينمية	نيوتن - ثانية لكل مترمربع (ن- ث/م^2)	$N.s/m^2$	
	الشغل، الطاقة، كمية الحركة	جول (جل)	J	(N.m)
	القدرة	واط (واط)	W	(J/s)
	كمية الكهرباء	كولوم (كمب)	C	A.s
	الجهد الكهربائي،فرق الجهد،	فولت (فل)		(W/A)
	القوة الدافعةالكهربائية	فولت لكل متر (فل/ م)		

ت	الخاصية	وحدة القياس	الرمز	المعادلـــة
	متانة المجال الكهربائي	أوم (أوم)	V	
	المقاومة الكهربائية	فراد (فراد)	V/m	
	السعة الكهربائية	ويبر (ويبر)	Ω	(V/A)
	الفيض المغناطيسي	هنري (هنري)	F	(A.S/V)
	الحث	تيسلاً (تيسلاً)	Wb	(V.S)
	كثافة الفيض المغناطيسي	لومن (لومن)	H	(V.S/A)
	الفيض الضوئي	شمعة لكل مترمربع (ش/ م^2)	T	(Wb/m^2)
	كثافة قوة الإضاءة	لكس (لكس)	lm	(cd.sr)
	شدة الإستضاءة		cd/m^2	(lm/m^2)
			Lx	

2.10 التسلسل الهرمي لمعايير القياس

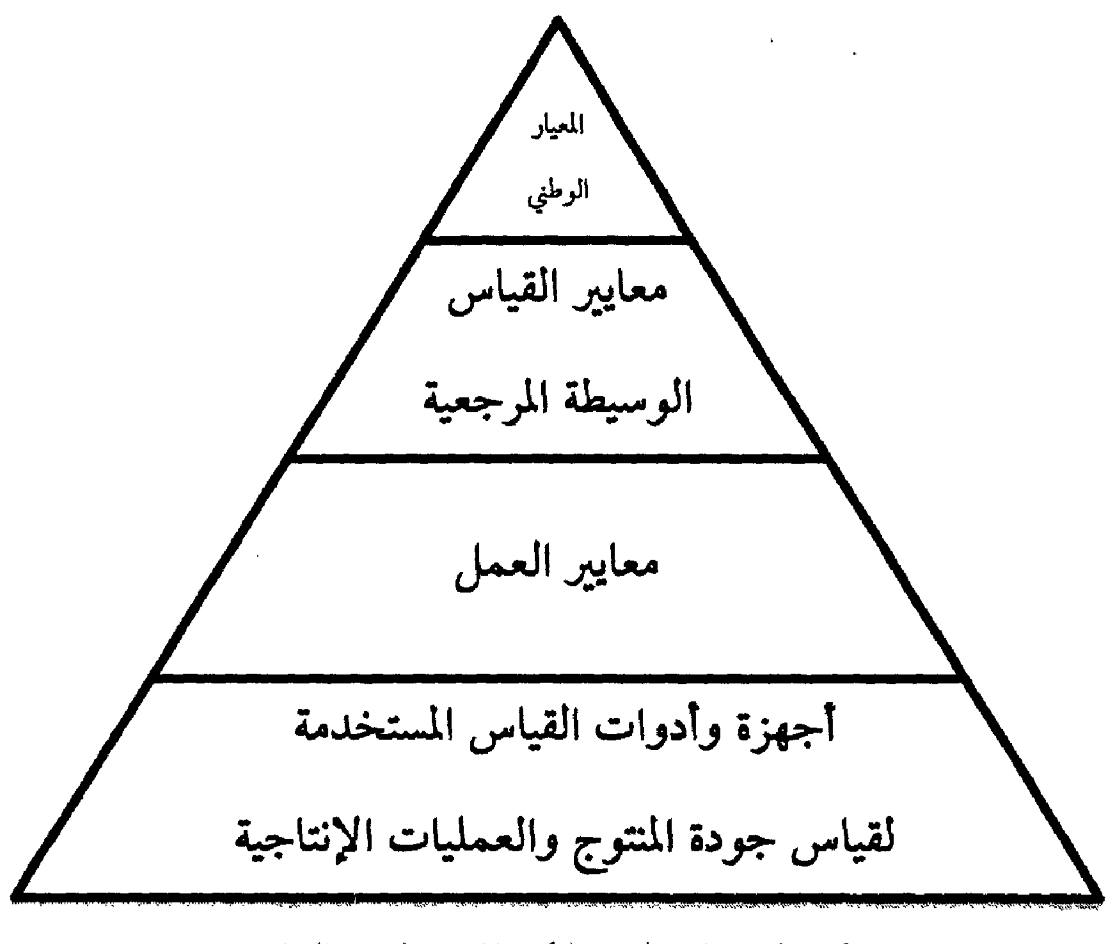
The hierarchy of measurement standards:

من الثابت عمليًا، أن أي نظام قياس يعتمد على وحدات أساسية غير قابلة للتغير لأنها معرفة بدلالة ظواهر طبيعية لا تتغير. وكمثال حدد النظام الدولي للقياس (SI) المتر كوحدة قياس الطول الأساسية وعرفه بموجة إشعاع معين من أشعة الضوء. واتفق دوليًا على اعتبار هذه القيمة الحقيقية المرجع الرئيس للمعايرة وتم تسميتها بالمرجع القياسي.

هذا على صعيد النظام الدولي للقياس، أما على مستوى أي قطر من الأقطار الصناعية فيتوجب عليها، طبقًا لمتطلبات الالتزام بتطبيق النظام الدولي، تشكيل هيئة وطنية للمواصفات واجبها الأساس تنظيم إشراف الدولة على أعمال القياس والمعيارة ونشر الوعي القياسي على مستوى القطر. وجدير بالتنويه، أن معظم الدول العربية شكلت هيئات لهذا الغرض يتم التنسيق فيما بينها عن طريق المنظمة العربية للمواصفات والمقاييس التي أدمجت مؤخراً في المنظمة العربية للتنمية الصناعية والتعدين، وأن معظم هيئات المواصفات في الأقطار العربية أصدرت مواصفات حددت فيها الكميات بالوحدات القياسية للنظام الدولي إضافة إلى الأنظمة القومية

للقياس والهيكل الهرمي لمعايير القياس ومسئوليات المستويات المختلفة عن أعمال المعايرة.

أما تسلسل الهيكل الهرمي لمعايير القياس في النظام الوطني فإنه الأساس لضمان التوصل لنتائج قياس دقيقة في حالة استخدام أدوات قياس موثوق بها، حيث يمثل المعيار الوطني قمة الهرم وأدوات وأجهزة القياس المستخدمة لقياس نوعية المنتوج والعمليات الإنتاجية قاعدة الهرم. والشكل (1.10) يوضح مكونات الهرم وتسلسل أنشطته.



شكل (1.10) تسلسل الهيكل الهرمي لمعايير القياس

من الشكل (1.10) يتبين أن الأجهزة والأدوات المستخدمة من قبل العمال أو ملاحظي المختبرات أو الفاحصين المكلفين بضبط جودة العمليات والمنتجات تعاير

بواسطة معايير العمل التي ترتبط بدورها بالمعايير المرجعية من خلال واحدة أو أكثر من المعايير الوسيطة. وجدير بالإشارة إن كل هذه المستويات في سلسلة معايير القياس ابتداءً من القمة تهدف إلى تحويل دقة القياس إلى المستوى الأدنى التالي في السلسلة. وعلى سبيل المثال يستعمل عامل الإنتاج الميكرومتر لقياس الطول والميكرومتر يعاير بصورة دورية باستخدام قالب قياس الذي يمثل معيار عمل. أما قالب القياس فإنه يعاير دورياً باستعمال معيار قياس وسيط ويكون على الأغلب قالب القياس الوطني وبصدد القالب القياسي الرئيس فتتم معايرته باستعمال معيار قياس دولي.

علاوة على ما تقدم تلجأ بعض الجمعيات المهنية وكمثل الجمعية الأمريكية للمواد والاختبار (ASTM) إلى وضع طرق اختبار معيارية لقياس الخواص النوعية الغير واردة في الجدول (2.10) وتقوم بنفس الوقت بوصف متكامل لهذه الطرق من حيث:

- ظروف الاختبار.
- المعدات الضرورية للاختبار.
- الإجراءات الواجبة الإتباع للاختبار.

وجدير بالذكر أن عدد من الهيئات الوطنية للتقييس وضبط الجودة وكذلك المختبرات التخصصية قامت بتطوير مراجع قياسية أولية مختلفة لتجسيد وحدات القياس المختصة بطرق الاختبارات المعيارية المشار إليها في أعلاه. فضلاً عن ذلك، ولضعف الجدوى العملية لمعايرة وتأييد دقة العدد الهائل من أجهزة وأدوات القياس المستخدمة في الأقسام الإنتاجية في المصانع المتعددة والمتنوعة بطبيعة إنتاجها، لجأت هذه الهيئات إلى سلسلة مراجع قياس ثانوية ومختبرات مشتركة بجانب نظام موثق لتأييد معايرة ودقة أدوات القياس.

3.10 تقنية القياس Measurement technique:

مما لاشك فيه، أن أدوات القياس في السابق كانت مصممة لتصنيف المنتوج إلى معيب من عدمه. وكما هو معروف أن التطورات التكنولوجية السريعة والكبيرة التي شهدها عالم التصنيع بعد الحرب العالمية الثانية استدعت تطوراً مماثلاً في أدوات وأجهزة القياس لتتجاوب مع متطلبات الحاجة للدقة العالية التي اتسمت بها المسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية وأصبح في الوقت الحاضر واجبها الأساسي:

- التأشير. ويقصد بذلك إظهار المقياس لقراءة معينة على مدرج القياس لكي تعتمد هذه الأرقام كمرجع رئيس أو تغذية راجعة للعمال بهدف مراقبة العملية الإنتاجية، وللفاحصين كأساس لاتخاذ القرار بمطابقة المنتج للمواصفات من عدمها.
- التنظيم. ويعني به تغذية نتائج القياس بشكل مباشر إلى العملية الإنتاجية وبهذا ينتفي دور أداة القياس من خلال جعل العملية الإنتاجية ذاتية التنظيم.
- التسجيل. ويقصد به تحويل عبء تسجيل بيانات القياس من قبل العامل والفاحص إلى أداة مصممة خصيصًا لهذا الغرض، على أن لا يقتصر التسجيل على سلسلة القراءات فقط بل على لوحات بيانية لإظهار العلاقة بين الأرقام والتفاوت وحدود الضبط.
- الحساب. ويعني به تغذية البيانات إلى الحاسبة الإلكترونية لتقوم بتحديد المتوسط الحسابي والانحراف المعياري لنتائج العملية الإنتاجية.
- إعداد التقارير. ويعني بهذا تلخيص البيانات وتحليل نتائج الحساب بغية إعداد تقرير أو تقارير لمراجعتها من قبل المشرفين ورؤساء الأقسام.

مما تقدم يبدو أن تقنية القياس سارت جنبًا لجنب مع تقنية العمليات الإنتاجية والمنتجات نحو الدقة والتعقيد ولمختلف أنواع القياسات البعدية منها والكهربائية والكيميائية والخواص المميزة للصناعات الميكانيكية وكنتيجة لذلك تغيرت مفاهيم جملة أمور بما يخص نشاط القياس وبالتفصيل الآتي:

1. مراحل القياس وتطورت إلى (3) مراحل متماسكة ومتكاملة وبتتابع مفروض ضمن إطار نظام قياس عام واحد وكما هي عليه في الجدول (3.10).

جدول (3.10) مراحل نظام قياس عام

المرحلة الأولى	المرحلة الثانية	المرحلة الثالثة
الجس-المحول	**التوسط والتحوير**	**الإنهاء**
تتحسس إشارة المدخلات وتحولها. وكأمثلة محور ملامس، طوافة، خلية كهروضوئية، مقاومة.	تهيء المعلومات للمرحلة الثالثة. وكأمثلة عجلات مسننة، صمامات، عدسات.	تزويد المعلومات بشكل مفيد. وكأمثلة مؤشر متحرك متدرج، مقياس رقمي.

2. أنظمة القياس وصنفت إلى مجموعتين وكما يلي:

- مجموعة القياس المباشر، حيث يطبق في هذا النوع معيار القياس على الوحدة المقاسة للحصول على النتيجة. وكمثال استعمال مسطرة قياس مدرجة لقياس الطول.
- مجموعة القياس الغير مباشر، حيث تستخدم أداة تحويل سوية مع جهاز الربط لتحويل المدخلات إلى صيغة مفيدة من المخرجات وكمثال على أداة قياس غير مباشرة مبين القياس (Dial Indicator Gage).

3. مضمون القياس وتطور إلى أسلوبين وكالآتي:

- أسلوب المنطق (التشابه) وطبقًا لهذا الأسلوب فإن تدريج القياس مستمر ويمكن أن تأخذ المشاهدات قيماً غير محددة في أي مجال معطى.

- أسلوب الأرقام وبموجب هذا الأسلوب فإن تدريج القياس هو خطوات منفصلة. وكمثال فإن الساعة التي تستخدم في إطار مؤشر هي أداة رقمية ونفس الساعة خارج هذا الأطار هي جهاز منطقي.

4. طرق القياس وصنفت إلى تقنيتين وكالتالي:

- تقنيات القياسات البعدية وكما هي عليه في الجدول (4.10).
- تقنيات الفحوصات اللاتدميرية وكما هي عليه في الجدول (5.10).

جدول (4.10) خلاصة أدوات وتقنيات القياسات البعدية

الأدوات والتقنية	الطريقة
-أدوات القياس المباشر (الميكرومتر)	تعطي الأداة قراءة مباشرة للبعد.
- ميكانيكة (مبين قياس)	تضخم الأداة ميكانيكا بعداً صغيراً بحيث يمكن ملاحظته على تدريج القياس.
- كهربائية أو إلكترونية	تضخم الأداة إلكترونيًا بعداً صغيراً.
- نيوماتيكية (هوائية)	يقارن الهواء المنطلق مع مرجع ذي قيم بعدية معلومة.
- الموائع	يستخدم جريان الهواءفي قنوات بالغةالصغر للقياس.
- العارضة الضوئية	توضع المشغولة بإتجاه حزمة ضوء أمام عدسات مكبرة وبذلك تظهر صورة على الشاشة ثم تقارن مع معيار بياني يحتوى على التفاوتات.
- الإنتروفرمتر (السطوح البصرية)	بنشر الضوء المصدر على المشغولة تعطي الأداة قياسًا معتمدًا على تفاعل حزم الضوء ويستخدم شعاع الليزر بعض الأحيان كمصدر.
مكائن إحداثية	تؤخذ قياسات (3) احداثيات متعامدة.تستخدم لتخطيط الجزء قبل التعامل الميكانيكي ولقياس مواقع الثقوب بعد التعامل الميكانيكي. يمكن أيضًا استخدام الحاسبة الإلكترونية للسيطرة على التفتيش والتحليل التالي للبيانات.

جدول (5.10) خلاصة تقنيات الفحوصات اللاتدميرية

التقنيــة	الطريقــة
- ميكانيكيــة. بصــرية (مــثلاً السوائل النافذة)	يرش السطح بمسحوق ويغطى بسائل نافذ فمواقع نزف السائل تحددالشقوق السطحية.
- أشعة نافذة (مثلاً أشعة ×)	يعرض الجزء إلى أشعة (×) المنبعثة من مولـدات. وبهذا يتم تصوير صدوع الأجزاء الداخلية.
-كهرومغناطيسـية- إلكترونيـة (مثلاً جزيئات مغناطيسية).	تتم مغنطة الجزء ثـم يـرش مسـحوق مغناطيسـي على السطح فمواقع تجمع المسحوق تشير للصدع السطحي والداخلي.
-صـــوتي- فـــوق صـــوتي (ترددات فوق صوتية)	بتغير التردد يقدم الجس موجـة صـوتية مسـتمرة بإتجاه الجزء المعني.
-حراريــة (مــثلاً ثرمــومترات تلامس)	قياس درجة الحرارة أو تبدلات الجريان الحـراري خلال جزء القياس لتأشير الخـواص الحراريـة أو الشذود عن القياس.
-كيمائيـة-تحليليـة(مـثلاً مجـس حديدي)	يؤين سطح النموذج لتحديد التركيب الكيمياوي.
-توليد الصور (فلوروسكوبي)	تظهر صورة متاينة بواسطة أشـعة (×) المـارة مـن خـلال العينـة إلى طبقـة فلوروسـكوبية لتـبين التفاصيل الإشعاعية.
-تحليـــل صـــورة الإشـــارة (الاستخلاص الصوري)	إعادة عملية التصوير لتعزيز التفاصيل في الصور. وتتم الإعادة بكثافات معدلة أوقيم مختلفـة لشـدة الإضاءة للحصول على صور مشتقة.

4.10 الخطأ في القياس وأساليب تقليله Error in measurement

يشير الواقع العملي إلى حدوث بعض الحالات التي لاتعطي فيها أداة القياس قراءة حقيقية لخاصية الجودة على الرغم من استعمالها بصورة صحيحة. وقد أثبت التجارب إن السبب في حصول الفرق بين القيمتين المقاسة والحقيقية هو أحد السببين الآتيين:

1. الضبط (Accuracy):

يعرف ضبط أداة قياس ما، بمدى اختلاف الوسط الحسابي لسلسلة طويلة من إعادة قياس نفس الوحدة بنفس الأداة عن القيمة الحقيقية. إن السبب المعتاد لهذا الاختلاف هو خطأ نظامي في عملية القياس وفي هذه الحالة تكون الأداة خارج حدود الضبط.

2. الدقة (Precision):

تعرف دقة أداة قياس ما بمدى ما تعيد الأداة نتائج القياس نفسها عند إعادة القياسات على نفس الوحدة المقاسة. ويرمز للتشتت في القياسات (σ_E) ويعني الانحراف المعياري لخطأ القياس. وكلما كانت قيمة (σ_E) أصغر كانت الأداة أدق.

1.4.10 التمييز بين الدقة والضبط وتقويم ثبات عملية قياسهما :

من مراجعة مختلفة الأدبيات التي تتناول مواضيع دقة القياس أو ضبط عملية القياسات يجد المتتبع الكثير من الخلط والالتباس في جملة أمور منها:

- استعمال بعض المصادر لمصطلح مضبوط ودقيق بصورة متبادلة وبمعنى واحد.
- استخدام مصطلح التحيز للإشارة إلى خطأ نظامي.
- استعمال مفردات غير واضحة المعالم للتعبير عن خطأ القياس في تصاريح أدلة

أجهزة القياس وكما هو عليه في الجدول (6.10) لثلاثة منشآت صناعية مختلفة بطبيعة إنتاجها ولكنها تنتج نفس أجهزة القياس.

جدول (6.10) مقارنة لتصاريح (3) أدلة أجهزة قياس

أداة القياس	المنشآت الصناعية المنتجة		
	أ	ب	ج
ميكرومتر (0-2.54)سم	الدقة 0.000254سم	تحافظ على الدقة لغاية 0.000127 سم	لاتصريح بالدقة
مبين قياس	الدقة 0.00254 سم لكل 15.24 سم	تضمن الدقة لحد 0.00254 سم	لاتصريح بالدقة
جهاز مقارنة إلكتروني	إعادة الدقة عند 0.0000101 سم	تعاد الدقة ضمن 0.00000508 سم	الخطأ الإجمالي أقل من 1.5٪ من قراءة كل التدريج

ولتوضيح المضمون العملي للضبط ومحتوى الدقة والموقع الطبيعي للخطأ النظامي في عملية القياس نستعين بما اشترطت الجمعية الأمريكية للمواد والاختبار (ASTM) لتصاريح الدقة والضبط بما يخص طرق الاختبار القياسية من ضوابط وإجراءات والمتمثل أهمها بالنقاط الآتية:

1. تعريف واضح لطريقة الاختبار على أن يشمل:
   - خطوات أجراء الاختبار طبقاً لتتابعها .
   - المعدات الواجبة الاستخدام .
   - ظروف الاختبار.
   - متطلبات تهيئة نموذج الاختبار.
2. تفسيرات وافية لمسببات أي تغيير في:
   - المواد.
   - المنفذ للقياس.
   - الأجهزة.

- وقت القياس.

3. ضرورة التأكد من وقوع العملية الإنتاجية تحت الضبط الإحصائي.

4. اعتماد الفوارق المشار إليها في الجدول (7.10) كمؤشرات للتميز بين الدقة والضبط.

جدول (7.10) خلاصة لمؤشرات (ASTM) للتمييز بين الدقة والضبط

الضبط Accuracy	الدقة Precision
1. تخمين للخطأ النظامي بحديه الأعلى والأدنى	1. تخمين الانحراف المعياري لخطأ القياس الصدفي (σ_E).
2. مقدار الخطأ يعتمد على الفترة الزمنية من آخر معايرة لأداة القياس.	2. مقدار الخطأ انحرافان معياريان ($2\sigma_E$) ولغاية حدود ($3\sigma_E$)
3. تتخذ الإجراءات التصحيحية خطوة بعد خطوة وبالتتابع ولمختلف الأسباب وتعاير أداة القياس.	3. تتخذ الإجراءات عندما يكون فرق حدود ($2\sigma_E$) أقل من 5٪ من جميع القياسات وأكثر من ($2\sqrt{2}\ \sigma_E$). وكذلك عندما يكون حدود ($3\sigma_E$) أقل من 1٪ من جميع القياسات وأكثر من ($3\sqrt{3}\ \sigma_E$).

أما الالتباس في استخدام المصطلحين، أي الدقة والضبط فبالإمكان تبيان أوجه الاختلاف فيما بينهما من حيث متوسطات القياس ومقدار الخطأ والشكل (2.10) يوضح ذلك.

رسم تمثيلي للهدف	التوزيع التكراري للقراءات	القراءات
	الوسط الحسابي، الخطأ، القيمة المطلوبة (0.010 – 0.017) دقيق ولكن غير مضبوط	الأداة - أ -
	الوسط الحسابي، الخطأ، القيمة المطلوبة (0.007 – 0.016) مضبوط ولكن غير دقيق	الأداة - ب -
	الوسط الحسابي، القيمة المطلوبة (0.009 – 0.011) دقيق و مضبوط	الأداة - جـ -

الأداة - أ -

0.017	0.017	0.016	0.014	0.016
0.014	0.015	0.015	0.017	0.015
0.015	0.016	0.014	0.016	0.015
0.016	0.016	0.015	0.016	0.016
0.015	0.015	0.016	0.014	0.017

الأداة - ب -

0.009	0.011	0.008	0.007	0.011
0.009	0.011	0.009	0.016	0.012
0.008	0.012	0.014	0.008	0.011
0.010	0.013	0.014	0.011	0.012
0.010	0.013	0.015	0.010	0.013

الأداة - جـ -

0.009	0.010	0.010	0.010	0.009
0.009	0.010	0.011	0.011	0.010
0.009	0.009	0.011	0.011	0.009
0.010	0.011	0.010	0.011	0.010
0.010	0.009	0.011	0.010	0.010

شكل (2.10) التمييز بين مصطلحي الدقة والضبط (إجراء القياس على نفس المنتوج وبثلاث أدوات)

أما تحليل الضبط والدقة فكما هو معروف أن الفرق، بين القيمة الحقيقية للقياس والمتوسط الحسابي للقياسات يمثل مقياس الضبط. أما مقياس الدقة فإنه عدد الانحرافات المعيارية للقياسات عن وسطها الحسابي. ولتقويم ثبات عملية القياس لكل

من الضبط والدقة يؤخذ عدد كاف من القياس لعينات بحيث لا يقل مجموعها على (100) قياس ومن خلال رسم لوحة المتوسط والمدى لها يمكن الوقوف على مستوى الثبات من عدمه. ولكن الواقع العملي يشير إلى صعوبة إتباع هذا الأسلوب لحاجته لوقت وجهد كبيرين لهذا تلجأ المنشآت الصناعية في أغلب الأحيان إلى اعتماد طريقة الاختبار التقريبي المتمثلة بمقارنة قياسات عينة وعلى أساس ±3 انحرافات معيارية. أما الخطأ النظامي مع المواصفة المعتمدة لهذا الغرض فيمكن توضيحه بالمثال التالي الذي تم فيه اختبار ميكرومتر بصورة عشوائية من بين ستة ميكرومترات وعامل من مجموعة عمال وبصورة عشوائية أيضاً. وكلف العامل بقياس (20) مكعب صلب قياسي طول ضلعه 2.540 سم وكانت نتائج القياسات كالآتي:

- المتوسط الحسابي = 2.55024 سم
- الانحراف المعياري = 0.00061 سم
- الخطأ النظامـــي = 0.01204 سم

(2.55024− 2.54000 = 0.01204 سم)

وبمقارنة هذه النتائج هو محدود بالمواصفات المعتمدة وعلى أساس ±3 انحرافات معيارية يمكن الوقوف على ثبات عملية القياس من عدمها بالسرعة المطلوبة بغية اتخاذ الإجراءات التصحيحية بالوقت المناسب.

2.4.10 التقديرات الكمية لمسببات التغير في القياس Quantitative estimates of the causes of the change in measurement:

من الثابت عملياً أن مسببات التغير في قيم القياس في مجموعة مختلفة من المنتجات هي خليط من:

- التغيرات في المنتوج نفسه.
- التغيرات في أداة القياس.
- التغيرات في طريقة القياس (المنفذ للقياس).

وبالاستعانة بالمعادلة الآتية يمكن حساب الانحراف المعياري للمنتوج (σ_p) وكما يلي:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_O^2 - \sigma_E^2}$$

حيث أن:

σ_o = الانحراف المعياري للبيانات المشاهدة.

σ_E = الانحراف المعياري لأداة وطريقة القياس.

فإذا ظهر بأن (σ_E) أصغر من عشر (σ_o) فإن تأثير (σ_p) سيكون أقل من 1٪ وهذا يعني عملياً أن خطأ أداة القياس وطريقته ضخّم كمياً مقدار التغيير في المنتوج وكنتيجة لذلك تزداد كلفة العمليات الإنتاجية والعكس هو الصحيح. وكمثال إذا استخدم مقياس مؤشر لقياس منتوج معين وظهر بأن (σ_o) يساوي (0.0028) سم و(σ_E) للقياسات المتكررة هي (0.0005) سم بما في ذلك تغييرات المقياس وطريقة تنفيذ القياس فإن (σ_p) ستساوي 0.00274 سم وكما يلي:

$$\sigma_p = \sqrt{(0.0028)^2 - (0.0005)^2}$$
$$= 0.00274$$

وبعد التوصل لهذه النتيجة الكمية للانحراف المعياري للمنتوج تحصل القناعة التامة على أن خطأ أداة القياس لم يضخم كمياً من التغيرات في المنتوج والعكس صحيح.

وتجدر الإشارة بهذا الصدد أيضاً بغية التحليل الدقيق لنتائج عملية القياس، الانتباه إلى أنه في بعض الحالات يكون تأثير أحد التغيرات على مجمل نتيجة القياس أكثر وقوعاً من بقية التغيرات، لهذا يتعين عدم إيلاء كافة التغيرات نفس النسبة من الأهمية لمواجهتها ووضع أولويات لذلك طبقاً لما ذكر، وذلك لأن التجارب الميدانية تشير إلى أن اتخاذ الإجراءات التصحيحية المتناسبة مع حجم وأهمية التغير الأكبر يساعد على تخفيض تأثير بقية التغيرات أيضاً. وعلى سبيل المثال أوضحت دراسة أن تغير القياس لمنتج معين جاء بسبب التغيرات وكما هي عليه في الجدول (8.10).

جدول (8.10) أنواع وحجم التغيرات لمنتوج معين

التغيـــرات	σ	σ^2
أ	14	196
ب	5	25
الأخرى	7.2	52
المجمـــوع		273

من الجدول (8.10) يبدو أن أكبر التغيرات حجماً ونسبة هي التغيرات (أ). وهذا يعني وجوب إعطائها الأولوية في دراسة مسبباتها بغية معالجتها قبل المباشرة ببرنامج تحسين الجودة.

أما إذا كان الخطأ محصوراً بجهاز القياس فإن الأمر لا يستدعي اتخاذ إجراءات تصحيحية على مجمل العملية الإنتاجية وإنما يكتفى باستبدال الجهاز بعد الوقوف على قيم الأخطاء العشوائية والنظامية ومقارنتها بالمعيار الأساسي لاستخدامات الجهاز. وكمثل يتضمن الجدول (9.10) معلومات عن مصادر التغيير في جهاز لقياس الفولتية وعلى أساس استخدام (70) درجة فهرنهايت (21.1°م) كمرجع.

جدول (9.10) بيانات عن مصادر التغير في جهاز فولت متر رقمي

المصـــادر	خطأ عشوائي	خطأ نظامي
1. أخطاء عشوائية عامة السمات.	3±	×
2. خطأ في المرقم	10±	×
3. معامل تغيير درجة الحرارة	0.7±	0.5 +
4. قابلية القراءة	10±	×
5. زنر مرجعي (Reference Zener)	4±	×
6. التقييس	2±	×
7. الاستقرارية لمدة (30) يوم	15±	5 -

إن خطأ الفولت متر المتوقع في (70) درجة فهرنهايت هو:

الخطأ المتوقع=

$$E = -5 \pm \sqrt{(3)^2 + (10)^2 + (0.7)^2 + (10)^2 + (4)^2 + (2)^2 + (15)^2}$$

$$= -5 \pm 21\ (\mu V)$$

أمـا الخطـأ المتوقـع وعلـى سـبيل المثـال عنـد درجـة (90) فهرنهايـت، أي (23.22)درجة مئوية فإنه:

الخطأ المتوقع (E) =

$$E = (90 - 70) + 0.5 - 5 + \sqrt{(3) + (10) + (7 \times 20) + (10) + (4) + (2) + (15)}$$

$$= 5 \pm 25.5 (V\mu)$$

وفي ضوء ما تقدم يتم إتخاذ القرار بصلاحية جهاز القياس من عدمه بعد مقارنة درجة الحرارة المطلوبة مع قيمة الخطأ المتوقع للمرجع.

3.4.10 تخفيض أخطاء القياس Reduce measurement errors:

مما تقدم اتضح أن المسببات الأساسية للخطأ في عملية القياس تكمن في ضعف الدقة والضبط ولهذا فإن مواجهة هذا الضعف بإجراءات فاعلـة تسـاعد علـى تقليـل الخطأ في أثناء تنفيذ فعاليات القياس. ومن الأساليب العملية المتبعة لتخفـيض أخطـاء القياس المتأتية بسبب ضعف الدقة:

1. الوقوف على مسببات ضعف الدقة من خلال تحليل القيم المشاهدة إلى مكونات التغيير فعند ذلك تظهر جملة مسببات منها:
   - ضعف مهارة القائمين بالقياس.
   - أو نفاذ صلاحية أداة القياس.
   - أو نقص في تفاصيل الطرق الإجرائية للقياس.

وقد أثبت الواقع أن مواجهة ما ذكر يعمل على تحسين دقة القياس بالحالة العامة ولكنه وبنفس الوقت وكحالات خاصة يساعد، في حالة عدم جدوى الإجراءات المتخذة لموجهة النقص أو النواقص، على التنبيه لمسببات أخرى لا تشخص بسهولة المسببات المشار إليها مثل وجوب إعادة النظر بالتصاميم الأساسية لإجراءات الاختبار. وفي مثل هذه الحالات، وللتأكد التام من ذلك، ينبغي تكرار القياس واستخدام الأساليب الإحصائية في السيطرة على خطأ القياس وبالاستعانة بالعلاقة الرياضية الآتية:

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

2. استعمال معاملات عددية مع البيانات المقاسة وبالأخص لمعالجة الأخطاء النظامية. وكمثل إذا كان لأداة قياس معينة دقة (0.001-) فإنها تقرأ بالمعدل (0.001) وأقل، لهذا يمكن معالجة البيانات بإضافة (0.001) لكل من البيانات.
3. زيادة حالات الاختبارات من خلال اختبارات إضافية على أن تراعى الموازنة بين كلفة الاختبارات ومقدار التحسن في الدقة الإجمالية. وفي حالة صعوبة التوصل لهذه الموازنة يمكن الاستعانة بلوحات ضبط الجودة لهذا الغرض.
4. وفي حالة عدم جدوى ما تقدم من الإجراءات الواردة في الفقرات (1،2،3) أو الشك بجدواها يفضل إعادة ضبط أداة القياس كجزء من عملية القياس.

أما تقليل الأخطاء المتأتية بسبب ضعف الضبط فإنها تستدعي اعتماد برنامج معايرة على أساس ساعات العمل الفعلية لأدوات القياس بدلاً من فترات زمنية محددة منذ إجراء المعايرة السابقة. وجدير بالإشارة بهذا الصدد أن المنشآت الصناعية التي اتبعت هذا الأسلوب حققت نتائج إيجابية على الرغم من الصعوبات التي تواجه تطبيق هذه الطريقة والتي يمكن إيجازها بالنقاط التالية:

1. العدد الكبير من أدوات القياس في أية منشأة صناعية.
2. الحاجة إلى عدد كبير من المقاييس المرجعية.
3. حجم العمل الكبير الذي تستدعيه عملية المعايرة الدورية.
4. صعوبة تنفيذ عملية المعايرة لتنوع أجهزة القياس (الميكانيكية والإلكترونية والكيماوية.. الخ) من جانب وارتفاع درجة التعقيد التكنولوجي لأدوات وأجهزة القياس الحديثة من جانب آخر.

وبغية تخفيض حجم العمل الكبير لبرامج المعايرة لجأت المنشآت الصناعية إلى اعتماد مبدأ جدولة فعالية المعايرة على أساس ساعات العمل الفعلية لكل أداة قياس، فضلاً عن جدولة تدقيق دوري مضاف لأدوات القياس في فترات زمنية محددة. وقد أكد الباحث (Scott) أن اعتماد هذا الأسلوب في السنة الأولى في منشأة معينة أدى إلى تخفيض عدد أدوات القياس التي احتاجت إلى معايرة بمقدار (10000) أداة عن السنة التي سبقتها [36].

أسئلة وتمارين الفصل العاشر

1. جرى قياس كرسي محور من قبل مفتش واحد لثلاثة عشر مرة باستخدام ميكرومترين وكانت النتائج كما يلي:

رقم مسلسل	نتيجة الميكرومتر A	نتيجة الميكرومتر B
1	6557.0	6559.0
2	6556.0	6559.0
3	6556.0	6559.0
4	6555.0	6559.0
5	6556.0	6559.0
6	6557.0	6559.0
7	6556.0	6559.0
8	6558.0	6559.0
9	6557.0	6559.0
10	6557.0	6559.0
11	6556.0	6559.0
12	6557.0	6560.0
13	6557.0	6560.0

وعلى فرض أن القياس الفعلي كان يساوي 0.65600 احسب مقياس الضبط والدقة لكل من الميكرومترين؟

2. تم قياس عينة كبيرة من منتوج معين. وكان الوسط الحسابي $\mu = 2.506$ انج والانحراف المعياري=0.002 انج ولقد دلت دراسة منفصلة لخطأ القياس على النتائج التالية:

الضبط = 0.001 + بوصة

الدقة = 0.0005 بوصة (انحراف معياري واحد).

وحيث أن للمنتوج حد تفاوت أدنى فقط. ماذا يجب أن يكون مقدار الحد الأدنى بحيث لا تتجاوز نسبة المرفوض 5٪ فقط؟

3. وجد، نتيجة قياس عينة، أن المتوسط يساوي 2.0 بوصة والانحراف المعياري 0.004 بوصة. وقد أظهرت دراسة منفصلة أن الدقة هي 0.002 بوصة والانحراف المعياري (انحراف معياري واحد)، ولم تظهر وجود خطأ في الضبط وكانت قياسات الجزء بموجب الرسم التصميمي هي: 2±0.006 بوصة، فما هي نسبة الأجزاء التي تقع خارج حدود المواصفات؟

4. قياس خاصية متغيرة لبعد معين تتضمن ما يلي:

أ. تقدير لضبط عملية القياس.

ب. طريقة إجرائية محددة للقياس.

جـ. القيمة العددية للبعد المطلوب قياسه.

د. تقدير لدقة عملية القياس.

هـ. جميع النقاط.

5. تتم معايرة أدوات الفحص والقياس من أجل:

أ. تنفيذ التعليمات الصادرة عن الجهات المسئولة.

ب. تأكيد دقتها.

جـ. تحديد وتأكيد ضبطها.

د. تدقيق صلاحية المرجع المستخدم في المعايرة.

هـ. تحقيق جميع النقاط أعلاه.

6. معدات قياس الجودة:

أ. تستخدم فقط في أعمال ضبط الجودة.

ب. تستعمل فقط لأغراض قبول أو رفض المنتجات.

جـ. تستخدم لقياس المنتوج أو عملية الإنتاج وتعيد المعلومات الحاصلة لغرض اتخاذ القرار بموجبها.

د. تشتمل القياسات الذاتية الإلكترونية ولا تشتمل معايير القبول والرفض (مرور- لا مرور).

7. يعاد تنظيم فترات المعايرة عندما:

أ. لا يسجل قبول أية منتجات معيبة بصورة خاطئة كنتيجة لخطأ القياس.

ب. يتم استهلاك عدد قليل من أدوات القياس أثناء عملية المعايرة.

جـ. عندما تعكس نتائج المعايرة السابقة عدداً قليلاً من حالات الخروج عن المعايرة.

د. تظهر خاصية خواص المعيار خارج حدود التفاوت بصورة مستمرة.

الفصل الحادي عشر

المعولية Reliability

الفصل الحادي عشر

المعولية

Reliability

1.11 أهمية ومفهوم المعولية والعوامل المحددة لها.

2.11 أنظمة المعولية وطرق قياسها.

3.11 مظاهر معولية المنتوج.

4.11 التوزيعات الاحتمالية في مجال المعولية.

5.11 مراحل حياة المنتوج ومنحنى خاصية التشغيل.

6.11 تصميم معولية المنتوج.

7.11 برنامج فحوصات معولية المنتوج.

8.11 المعولية وضبط الجودة الشاملة.

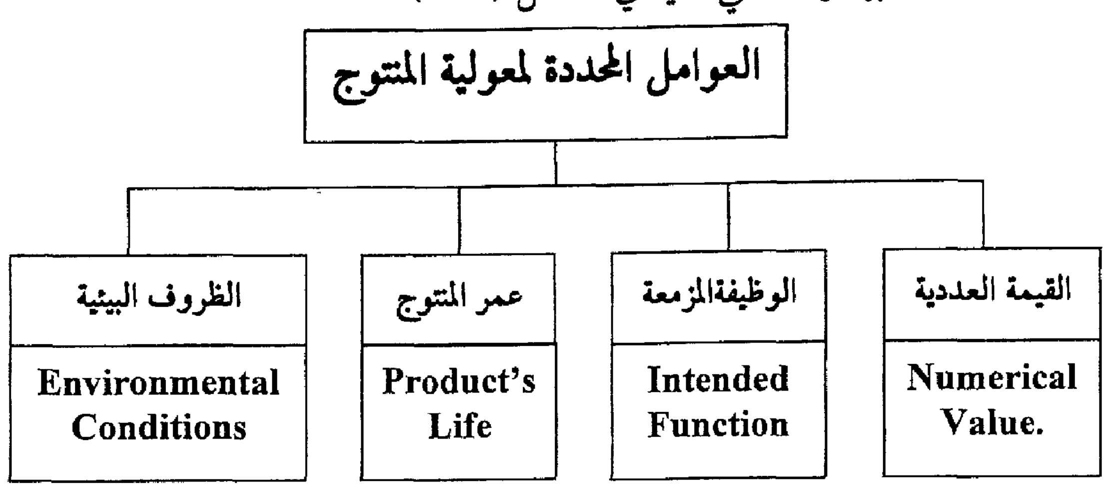
1.11 أهمية ومفهوم المعولية والعوامل المحددة لها The importance of the concept of reliability and its determinants:

معروف لدى العاملين في حقل التصميم في المنشآت الصناعية أن فترة الحرب العالمية الثانية (1939-1945) نبهت إلى ضرورة الاهتمام بمعولية المنتجات، وبالأخص تلك التي استعملت في الأغراض العسكرية، ومعروف أيضاً مدى زيادة التشديد على المعولية وللمنتجات كافة، وبالحالة العامة، بعد انتهاء الحرب. وجدير بالإشارة أن الأسباب التي دعت لما تقدم متعددة وبالإمكان إيجاز أهمها بالنقطتين التاليتين:

1. ازدياد درجة تعقد المنتوج وتعدد مكوناته وعلى سبيل المثال كانت غسالة الملابس في الأربعينات عبارة عن جهاز بسيط يقوم بتحريك الملابس داخل الماء الحار الحاوي على الصابون، أما نفس الغسالة في الوقت الحاضر فإنها جهاز معقد لاحتوائها على سرع متعددة للتشغيل وسرع متنوعة لعصر وتنشيف الملابس خلال الدورات الزمنية المختلفة وفي ضوء مستويات متباينة لدرجة حرارة الماء طبقاً لطبيعة وخصائص الملابس المطلوب تنظيفها، وتقوم الغسالة بكل هذه الفعاليات وفقاً لبرنامج زمني محدد ضمن دورة الغسيل الواحدة.
2. اتساع نسبة الأتمتة (Automation) في تصاميم المنشآت ومتطلبات اشتغالها وبالشكل الذي لم يعد بالإمكان تشغيل المنتوج بطريقة يدوية في حالة حدوث أي خلل في أحد مكونات الأوتوماتيكية.

وباستمرار الاهتمام بالمعولية ووجوب التأكيد عليها في المراحل الإنتاجية كافة ومتابعتها عند الاستخدام برزت عدة مفاهيم لمضامينها إحتل الجانب الوظيفي فيها مقياس تحققها، حيث عرفت بأنها احتمالية أداء المنتوج لوظيفته بصورة مرضية خلال العمر التشغيلي المحدد له خلال ظروف الاستخدام البيئية الاعتيادية

[13]، كما عرفت أيضاً بأنها قدرة المنتوج على أداء وظيفة مطلوبة منه تحت ظروف محددة ولفترة زمنية معلومة [16]، علاوة على ذلك تم تحديد أهم العوامل ذات العلاقة بها وكما هي عليه في الشكل (1.11).



شكل (1.11) العوامل ذات العلاقة بمعولية المنتوج

يعبر عن القيمة العددية باحتمالية عدم عطل المنتوج خلال فترة زمنية معينة وعلى سبيل المثال فإن القيمة (0.94) تمثل احتمالية استمرار (94) منتوج من أصل (100) بأداء وظائفها بعد المدة الزمنية المحددة للعمر الاستخدامي وعطل (6) منتجات قبل هذه المدة وجدير بالذكر وجود إمكانية استخدام توزيعات احتمالية معينة لوصف معدلات فشل وحدات المنتوج وكما سيجيء ذلك فيما بعد، أما العامل الثاني المتعلق بالوظيفة المزمعة لعمل المنتوج فكما هو معلوم، يتم تصميم المنتجات لاستخدامات معينة ويؤخذ بالحسبان دائماً تضمين التصميم لقدرة إضافية لأداء المنتوج لهذه الاستخدامات. وعلى سبيل المثال تصمم المصاعد الكهربائية لرفع وزن معين ولكنها تكون قادرة على رفع وزن يزيد عن المواصفات التصميمية.

وقدر تعلق الأمر بعمر المنتوج فإنه يحدد طبقاً للتصاميم الأساسية للفترة الزمنية التي ينبغي أن يشتغل فيها بكفايته التصميمية. وعلى سبيل المثال فإن عمر إطار السيارة، وفي حالة استخدامه بشكل طبيعي وفي طرق متسمة بالمواصفات المطلوبة هو 48000كم. وهذا يعني تحديد عمر المنتوج كدالة للاستخدام. أما الظروف البيئية

فيقصد بها الظروف المحيطة بتشغيل المنتوج أو استخدامه. وعلى سبيل المثال لايتوقع من الجهاز المصمم للعمل داخل غرف بدرجات حرارة ونسب رطوبة محددة أن يعمل بالكفاية المطلوبة وبالعمر المحدد له في حالة استخدامه في العراء عرضة الشمس والرياح والرطوبة. إضافة لذلك تشمل الظروف البيئية جوانب نقل وخزن المنتوج حيث أثبت الواقع على أن تأثير هذه الجوانب على ضعف قدرة المنتوج وتقليل عمره الاستخدامي أكبر من الظروف البيئية المحيطة به عند استخدامه.

2.11 أنظمة المعولية وطرق قياسها

Reliability Systems and methods of measurement:

من الثابت عملياً أن احتمال عطل المنتوج يزداد كلما أصبحت المنتجات أكثر تعقيداً، أي احتوائها على عدد أكبر من المكونات (Components). وجدير بالإشارة أن لطريقة تركيب مكونات المنتوج أثراً كبيراً على معولية النظام بأكمله والنظم المتعارف عليها لتنظيم مكونات المنتوج هي:

- التنظيم على التوالي (Series).
- التنظيم على التوازي (Parallel).
- التنظيم المختلط، أي التوالي والتوازي (Combination).

والشكل (2.11) يوضح ذلك.

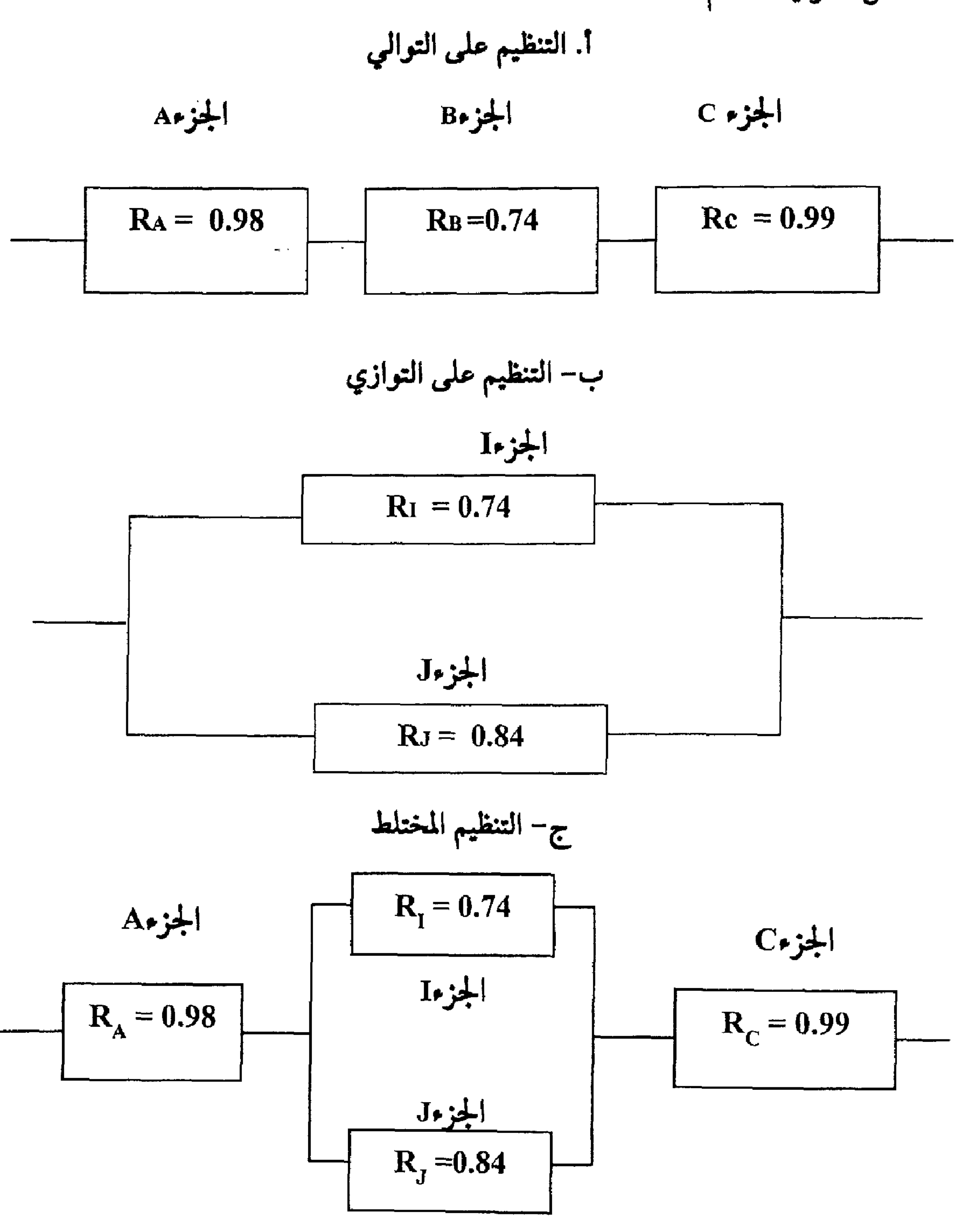
ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد تنظيم مكونات المنتوج على التوالي أن حدوث عطل في أي جزء من مكوناته يؤدي إلى عطل النظام بأكمله. وتحسب معولية النظام طبقاً لهذا التنظيم كحاصل ضرب معولية مكونات المنتوج ووفقاً للفقرة (أ) من الشكل (2.11) فإنها:

$$R_S = (R_A).(R_B).(R_C)$$

$$0.98 \times 0.74 \times 0.99 = R_S$$

$$0.71 =$$

ويتوجب التنويه إلى أن إضافة مكونات أخرى لهذا النوع من التنظيم يـؤدي إلى انخفاض معولية النظام.



شكل (2.11) أنواع تنظيمات مكونات المنتوج

وقدر تعلق الأمر بتنظيم مكونات المنتوج على التوازي فإن حدوث عطل في جزء من مكوناته لايؤدي إلى عطل النظام بأكمله، لأن عطل الجزء الواحد لايؤثر على أداء المنتوج، حيث يستمر بوظيفته مستخدماً أحد مكوناته الأخرى ولحين عطل كافة المكونات المربوطة على التوازي. وتحسب معولية النظام وفقاً لهذا التنظيم المبين في الفقرة (ب) من الشكل (2.11) كما يلي:

$$R_P = 1 - (1 - R_I)(1 - R_j)$$

$$(0.84 - 1)(0.74 - 1) - 1 = R_p$$

$$0.96 =$$

وجدير بالإشارة أن زيادة عدد المكونات في التنظيم المربوط على التوازي يؤدي إلى زيادة معولية النظام فضلاً عن أن معولية النظام المرتبة مكوناته على التوازي أكبر من معولية المكونات الفردية.

وفيما يخص التنظيم المختلط الذي يمثل عملية جمع بين تنظيم مكونات على التوالي وأخرى على التوازي فإنه يستخدم للمنتجات المعقدة. وتحسب معولية النظام بموجب هذا التنظيم كالآتي:

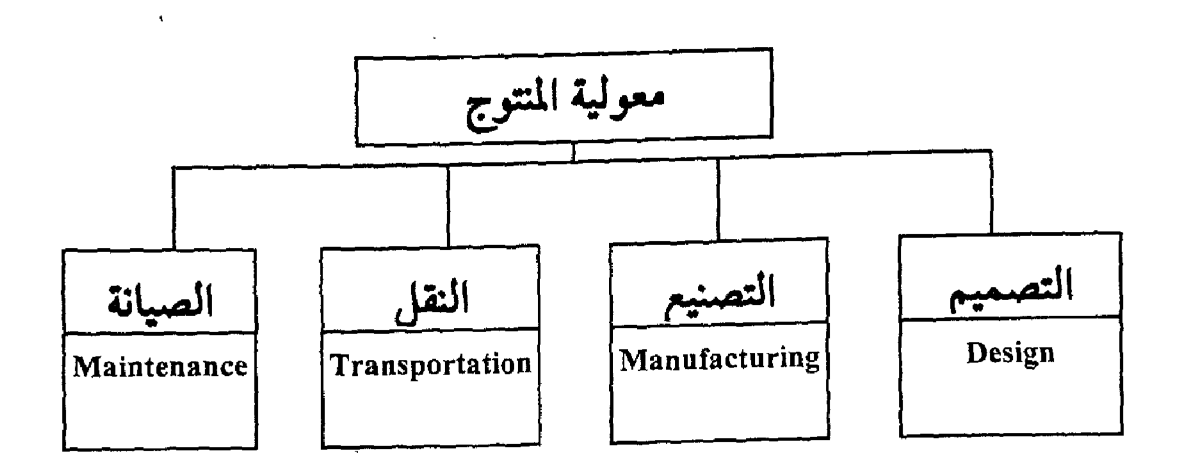
$$R_C = (R_A)(R_I j)(R_C)$$

$$0.99 \times 0.96 \times 0.98 = R_C$$

$$0.93 =$$

3.11 مظاهر معولية المنتوج:

الشكل (3.11) يوضح المظاهر الرئيسة التي تعتمد عليها معولية منتوج.



شكل (3.11) مظاهر معولية المتوج

التصميم Design:

بلا شك يعتبر التصميم الجيد أهم مظهر من بين مظاهر معولية المتـوج، ولكـي يتجاوب التصميم مع متطلبات الجودة لابد من توفر الضوابط الآتية فيه:

- اتسام التصميم بالبساطة قدر الامكان.
- أن يكن عدد مكونات المنتوج أقل مايمكن، وذلك لأن زيادة عدد المكونات يرفع في فرص حدوث العطل، وعلى سـبيل المثـال إذا احتـوى النظـام علـى (50) جـزءاً مربوطاً على التوالي وكانت معولية كل جزء 0.95 فـإن معوليـة النظـام سـتكون 0.08.

$$R_S = R^n$$
$$0.08 = {}^{50}(0.95) = R_S$$

لهذا فإن تقليل عدد مكونات أو أجزاء النظام يؤدي إلى رفع معوليته.

- وضع أجزاء احتياطية ضمن التصميم لضمان استمرارية المنتـوج بـأداء وظيفـة في حالة عطل الأجزاء الأصلية من خـلال عمليـة مباشـرتها بالعمـل بشـكل ذاتـي. وجدير بالإشارة إلى أن العمل بموجب هذه الفكرة، وبالأخص عندما يكون ربـط

المكونات بطريقة التوازي، يحقق وفراً اقتصادياً، فضلاً عن ضمان معولية أكثر ثباتاً لأن كلفة الأجزاء الاحتياطية أقل من كلفة الجزء الأصلي.

- اعتماد معامل أمان يفوق الحاجة من خلال الإفراط في التصميم (Over Design) وعلى سبيل المثال استخدام حبل فولاذي بقطر (18) مم بدلاً من حبل بقطر (12) مم بغض النظر عن معرفة المصمم بأن القطر (12) مم كافٍ للغرض المطلوب بالتصميم شريطة أن لايؤثر ذلك على رفع كلفة الإنتاج بشكل غير مقبول.
- استخدام أجهزة أمان في المنتجات التي يؤدي عملها أو العطل أثناء عملها إلى الكوارث أو خسائر مادية جسيمة. وعلى سبيل المثال استخدام الفاصل (Clutch) لتخفيف الأذى الناجم عن عمليات مكبس القدرة لأدنى حد ممكن من خلال ربطه عند نزول القالب فإذا حدث أي عطل أو خطأ أثناء التشغيل فإن الفاصل سوف يعمل على توقف المكبس عن العمل.
- حماية المنتوج من الظروف البيئية. أثبت الواقع أن الحرارة، الرطوبة الغبار والإهتزاز من بين مسببات عطل المنتوج وضعف معوليته، لهذا يتعين تضمين التصميم بعوازل للحرارة والمرشحات والمطاط لمنع الاهتزازات والمحافظة على معولية المنتوج تحت ظروف البيئة المعاكسة.
- الموازنة بين المعولية وكلفة المعولية وذلك لأن الواقع العملي يشير إلى تحسن طفيف في معولية المنتوج مقابل زيادة كبيرة في كلفة المنتوج بعد نقطة تعادل معينة وعلى سبيل المثال إذا كانت كلفة منتوج معين (50) ديناراً ومعوليته 0.75 فإن زيادة الكلفة إلى (100) دينار تؤدي إلى رفع المعولية 0.90 فقط والجدول (1.11) يظهر العلاقة بين المعولية وكلفة المنتوج.

جدول (1.11) علاقة المعولية بكلفة المنتوج

كلفة المنتوج	معولية المنتوج
50 دينار	0.75
100 دينار	0.90
150 دينار	0.94
200 دينار	0.96

التصنيع Manufacturing:

تلي عملية التصنيع فعالية التصميم بالأهمية بما يخص المعولية ويتعين على العاملين بهذا النشاط اعتماد طرق الأداء الصحيحة والإجراءات الكفيلة باستخدام المعدات المتناسبة مع طبيعة المواصفات ومتطلباتها وتحديث المكائن والمعدات كلما كان ذلك ممكناً وتحسين ظروف العمل الضرورية للتوصل للمعولية المستهدفة.

وأكد الواقع الصناعي على أن من الوسائل الفاعلة لخفض مخاطرة احتمالية عطل المنتوج الاهتمام بضبط الجودة بشكل عام والتشديد المتميز على نوعية إجراء ومكونات المنتوج التي لها علاقة مباشرة بمعوليته.

النقل Transportation:

يحتل النقل المرحلة الثالثة في الأهمية بالنسبة لمعولية المنتوج ويقصد به المحافظة على أجزاء ومكونات المنتوج من التلف أثناء فعاليات المناولة بين محطات العمل المتعددة، علاوة على ضرورة إيصال المنتوج إلى المستهلك بصورة جيدة. وجدير بالذكر أن مستوى معولية المنتوج يتأثر أيضاً بأساليب التعبئة والتغليف وطرق الشحن.

الصيانة Maintenance:

من المسلم به، أن جودة التصميم متمثلة بتقليل الحاجة للصيانة إلى أدنى مستوى ممكن عند استخدام المنتوج فضلاً عن توفير متطلبات تنفيذها بسهولة. وقد أكدت الوقائع في عالم التصنيع على أن هذين العاملين يساعدان وبشكل ملحوظ على رفع

معولية المنتوج وجدير بالذكر أن الواقع الصناعي يشير أيضاً إلى حدوث حالات خارجة عن حدود التصميم وبعيدة عن إمكانيات السيطرة عليها من قبل المصمم. لذا ينبغي، لمواجهة هذه الحالات، تضمين التصميم وسائل واضحة للتحذير وكمثال على ذلك اشتعال مصابيح أو إشارة صوتية عند الحاجة إلى التزييت.

4.11 التوزيعات الاحتمالية في مجال المعولية

Probability distributions in reliability:

كما هو معلوم، أن أهم التوزيعات الاحتمالية المستخدمة في دراسة المعولية هي:

- التوزيع الأسي (Exponential Distribution) وطبقاً للمعادلة الآتية:

$$f(t) = \frac{1}{\theta} e^{-\frac{t}{\theta}}$$

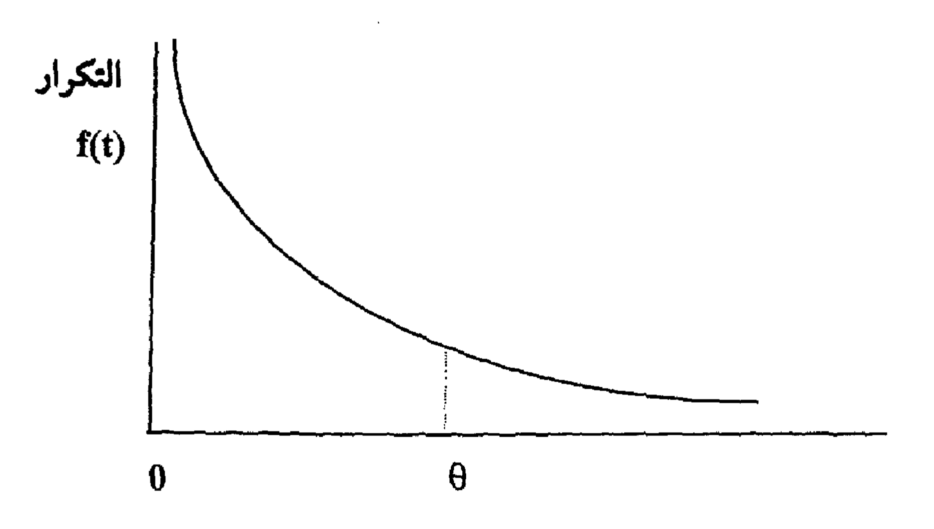
- التوزيع الطبيعي (Normal Distribution) وفقاً للمعادلة التالية:

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\theta)^2}{2\sigma^2}}$$

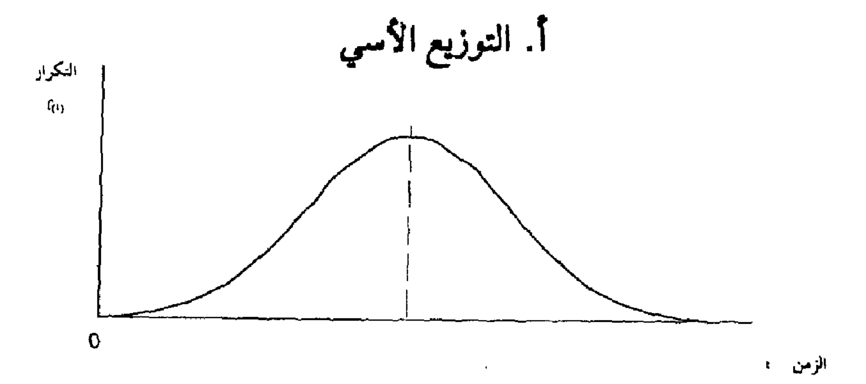
- توزيع ويبول (Weibull Distribution) وبموجب المعادلة الآتية:

$$f(t) = \alpha\beta\, t^{\beta-1} e^{-\alpha t}$$

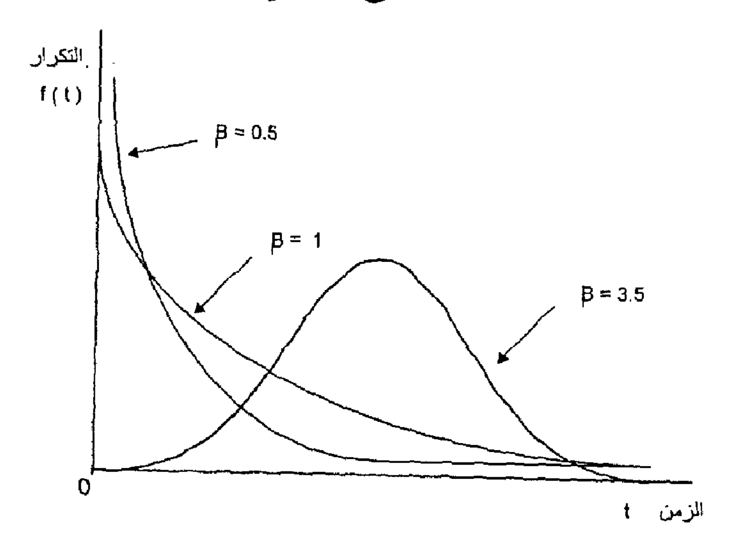
من مضمون المعادلات في أعلاه يتضح أن منحنيات المعولية (Reliability Curves) للتوزيعات المشار إليها كافة دالة للزمن (t). والشكل (4.11) يوضح ذلك.



أ. التوزيع الأسي



ب- التوزيع الطبيعي



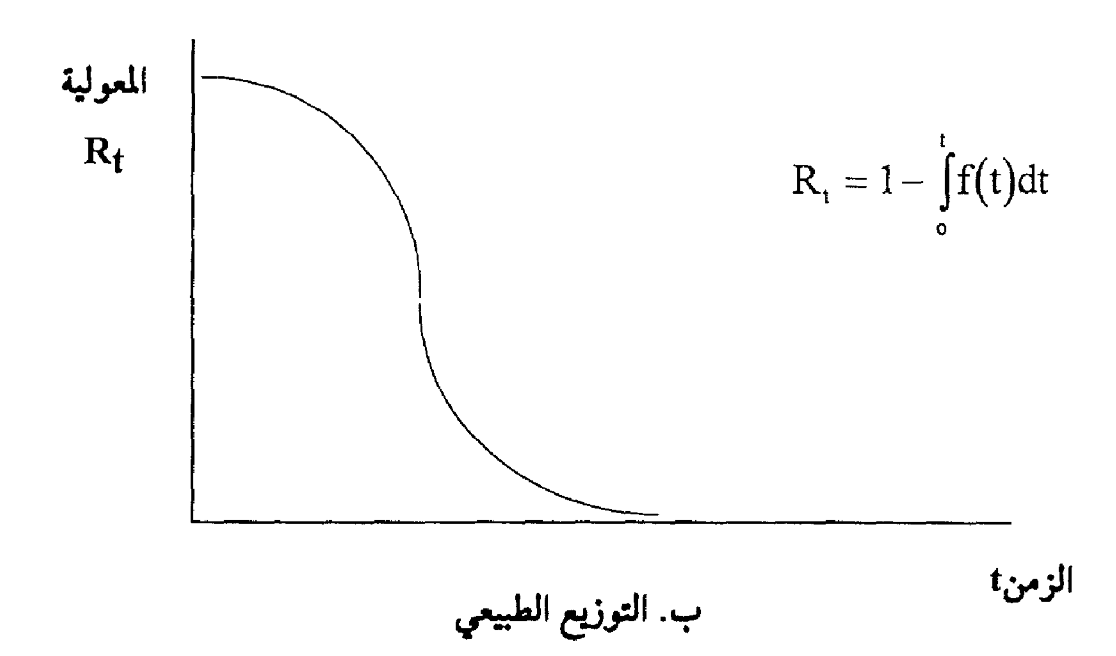
ج- توزيع ويبول

شكل (4.11) التوزيعات التكرارية كدالة

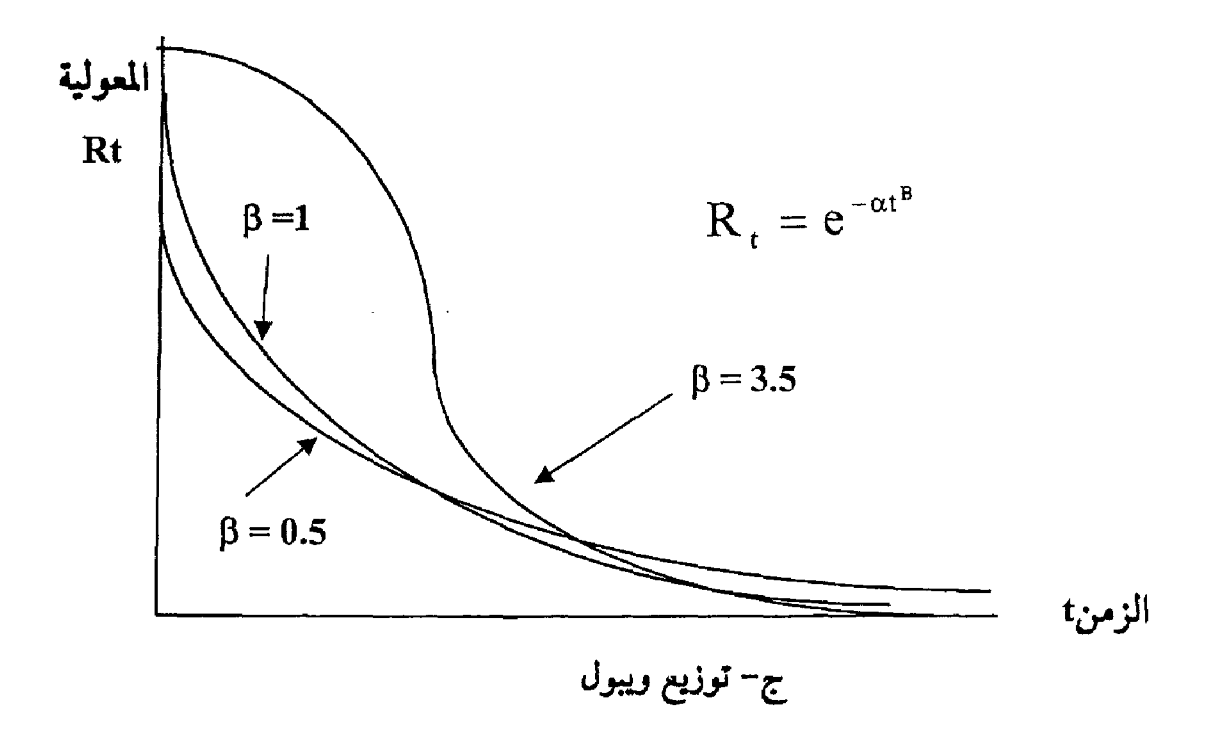
واستناداً لما تقدم يمكن تمثيل المعولية كدالة للـزمن وكمـا هـو مـبين في الشـكل (5.11) المتضمن للمعادلات المستخدمة لهذا الغرض.



أ. التوزيع الأسي



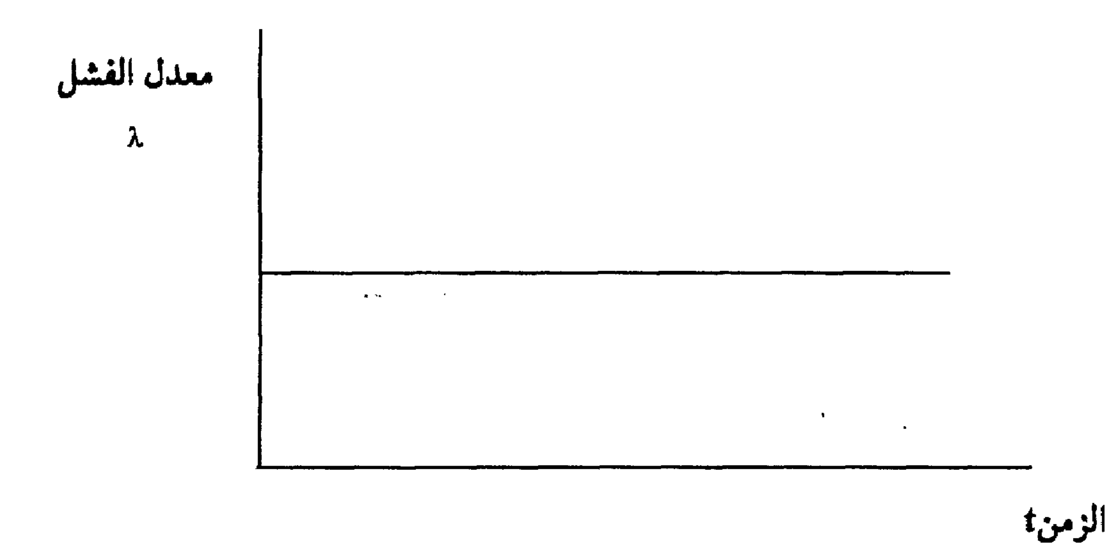
ب. التوزيع الطبيعي



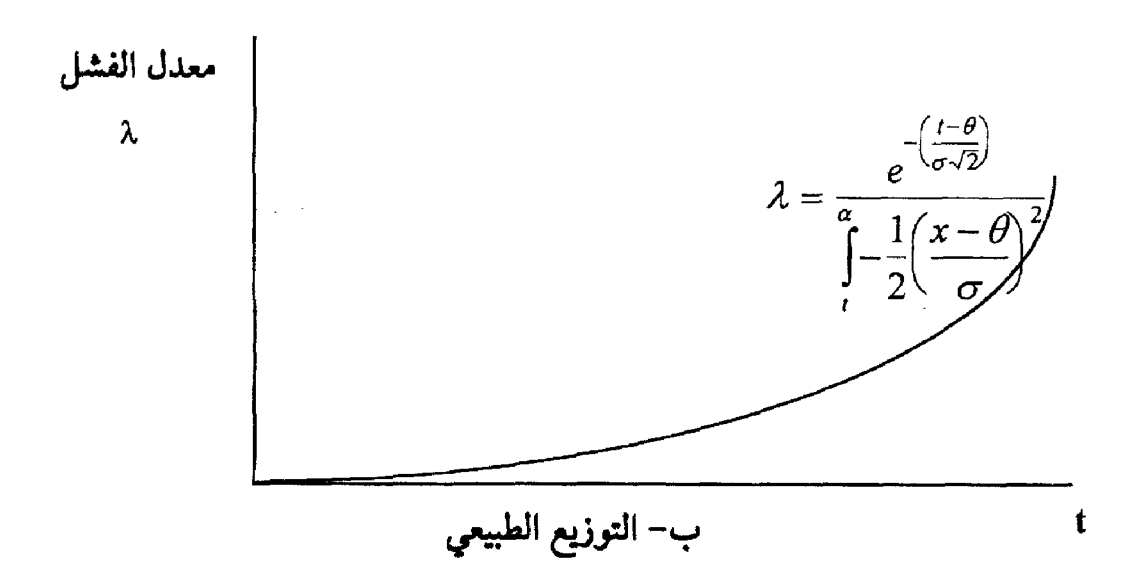
شكل (5.11) المعولية كدالة للزمن

وبالإمكان أيضاً تمثيل معدلات الفشل (Failure Rates) بدلالة الزمن وكما هو موضح في الشكل (6.11) المتضمن المعادلات المستخدمة للغرض المشار إليه.

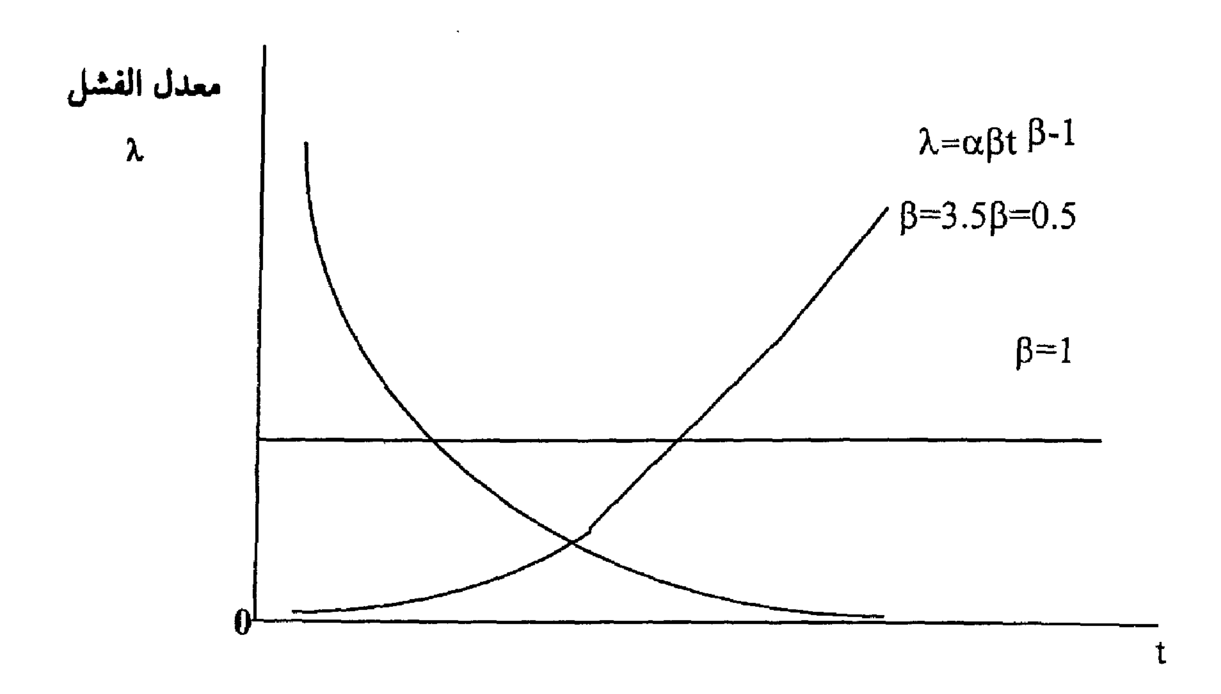
$$\lambda = \frac{1}{\theta}$$



أ- التوزيع الأسي



ب- التوزيع الطبيعي



ج- توزيع ويبول

شكل (6.11) معدلات الفشل كدالة للزمن

وجدير بالإشارة بصدد معدلات الفشل أنه بالإمكان تقديرها أيضاً من خلال البيانات الناتجة عن الاختبار وباستخدام المعادلات التالية:

$$\lambda_{est} = \frac{\text{عدد مرات فشل المفردة}}{\text{مجموع زمن الاختبار للمفردات}}$$

مثال (1):

تم اختبار (9) مفردات ولمدة (22) ساعة وكانت نتائج الاختبار فشل مفردة بعد اشتغالها لمدة (4) ساعات وأخرى بعد (12) ساعة وثالثة بعد (15) ساعة والرابعة بعد (21) ساعة، أما المفردات المتبقية والبالغ عددها (5) مفردات فإنها لم تفشل طيلة مدة الاختبار. ولهذا فإن معدل الفشل هو 0.025 وكما يلي:

$$\lambda = \frac{4}{(4+12+15+21)+5\times 22}$$

$$= 0.025$$

ومما يتوجب التنويه إليه بالنسبة للتوزيع الأسي وتوزيع ويبول أن معدل الفشل فيهما يكون ثابتاً عندما تساوي معلمة الشكل، أي $\beta = 1$ وفي هذه الحالة يكون تمثيل العلاقة بين متوسط العمر الاستخدامي ومعدل الفشل بالمعادلة الآتية:

$$\lambda' = \frac{1}{\theta'}$$

حيث أن:

θ' = متوسط العمر الاستخدامي أو متوسط الزمن لحين الفشل (MTTF).

واستمراراً مع نفس المثال السابق مثال (1) فإن متوسط العمر الاستخدامي للمفردات هو (40) ساعة.

$$\theta' = \frac{1}{\lambda'} = \frac{1}{0.025}$$

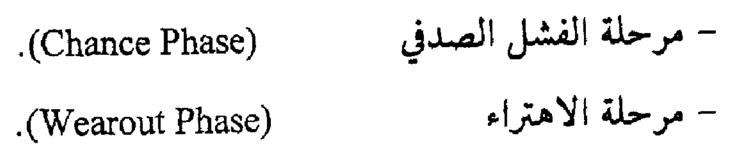
= 40 ساعة

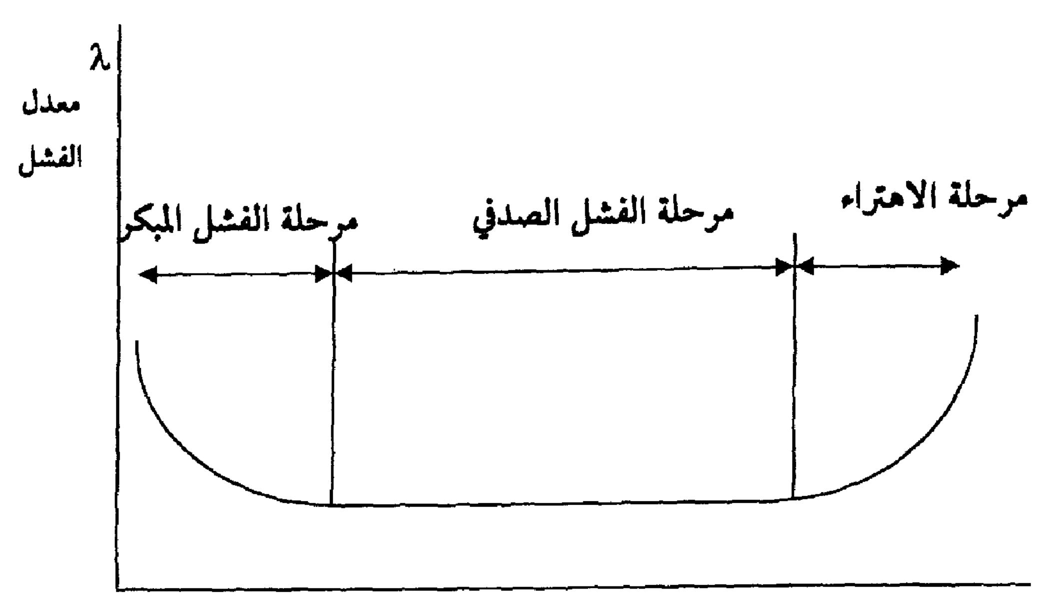
5.11 مراحل حياة المنتوج ومنحنى خاصية التشغيل Stages of the life of the product and the operating characteristic curve:

الشكل (7.11) يوضح المظهر الحقيقي لمنحنى حياة المنتوج المعقد التركيب ولعدد غير محدود من الوحدات ويسمى (Bathtub Curve) ومنه يتبين الآتي:

1. العلاقة بين الزمن ومعدلات الفشل.
2. مراحل حياة المنتوج وبالتتابع التالي:

- مرحلة الفشل المبكر (Dubugging Phase).





شكل (7.11) منحنى نموذجي لحياة منتوج معقد لعدد غير محدود من المفردات

إن السبب الرئيس للفشل في المرحلة الأولى، أي مرحلة الفشل المبكر هو الأجزاء الحرجة ذات العمر الإستخدامي القصير، حيث تسبب الإنخفاض السريع لمعدل الفشل ويكون شكل المنحنى متبايناً بعض الشيء نتيجة لنوع المنتوج. ولوصف تكرار الفشل يستخدم توزيع ويبول ذو معلمة الشكل (Shaping Panameter) أصغر من (1)، أي ($\beta < 1$). وجدير بالإشارة بصدد هذه المرحلة عدم تركيز الدراسات عليها لعدم اعتبارها مرحلة تشغيل فعلية.

أما المرحلة الثانية، أي مرحلة الفشل الصدفي فإنها تمثل مرحلة التشغيل الفعلية للمنتوج ولهذا يتم فيها التركيز على دراسات المعولية وخطط أخذ العينات للمنتجات والأجزاء. وتتميز هذه المرحلة بثبات معدل الفشل فيها بالحالة العامة على الرغم من ظهور بعض الحالات القليلة لمنتجات يرتفع أو ينخفض فيها معدل الفشل بالعلاقة مع الزمن. واستنادًا لفرضية ثبات معدلات الفشل في هذه المرحلة فإنها تتسم بشكل خط

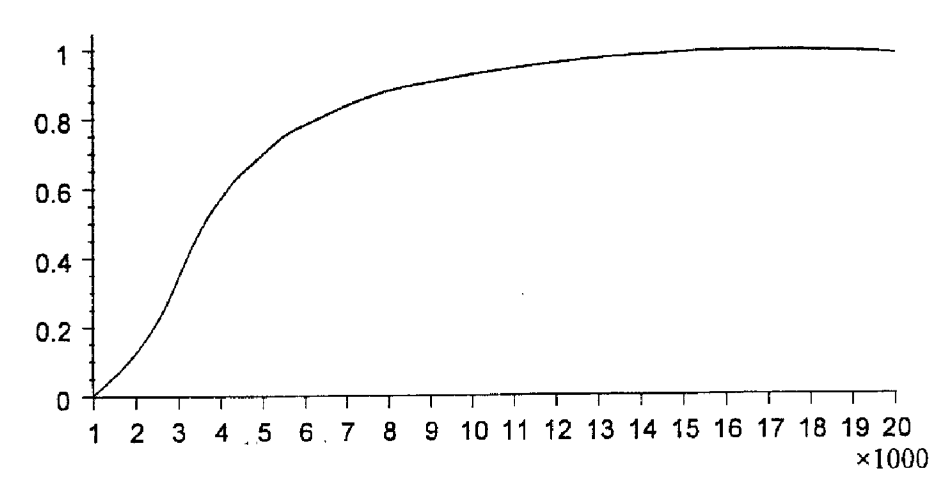
أفقي مستوٍ ويعتبر الفشل قيمة ثابتة. ولوصف الفشل في هذه المرحلة من العمر التاريخي للمنتوج تستخدم التوزيعات الأسية وتوزيع ويبول شريطة أن تكون معلمة الشكل (β) مساوية للعدد (1). ويتوجب التنويه بصدد هذه المرحلة إلى أن ارتفاع أو انخفاض المنحنى بعض الشيء لايعني بأن مؤشرات توزيع ويبول أكبر أو أقل من (1).

وبصدد المرحلة الثالثة، أي مرحلة الإهتراء فإنها تتأتى بنتيجة إستخدام المنتوج وتمثل بداية الصعود الحاد لمنحنى احتمالية العطل وبالتالي فشل المنتوج.

وقدر تعليق الأمر بمنحنى خاصية التشغيل (OC- Curve) يتعين رسمه بنفس أسلوب رسم منحنى حياة المنتوج بعد استبدال (P) إلى متوسط العمر (θ) بالساعات على المحور الأفقي و(λ) إلى احتمال القبول (Pa) على المحور العمودي وبهذا يأخذ المنحنى شكل يختلف عن أشكال منحنيات خصائص التشغيل المعروفة. وعلى سبيل المثال إذا سحبت دفعات من منتوج بمتوسط عمر قدره (5000) ساعة فإن احتمالية القبول تكون 0.698. والجدول (2.11) والشكل (8.11) يوضحان ذلك.

جدول (2.11) العلاقة بين متوسط العمر واحتمال القبول

متوسط العمر θ	معدل العطل $\lambda' = 1/\theta$	متوسط عدد مرات الفشل المتوقعة $nT\lambda'$	احتمال القبول Pa Ac=2
1000	0.0010	9.60	0.0040
2000	0.0005	4.80	0.142
4000	0.00025	2.40	0.570
5000	0.0002	1.92	0.698
6000	0.00017	1.60	0.783
10000	0.0001	0.96	0.927
20000	0.00005	0.48	0.983



شكل (8.11) منحنى خاصية التشغيل باعتماد متوسط عمر المنتوج

مما سبق تتضح الخطوات التي أتبعت لرسم منحنى خاصية التشغيل (جدول 2.11) والمتمثلة بالآتي:

1. افتراض قيم معدل العمر الاستخدامي للمنتوج (θ).
2. تحويل (θ) إلى معدل العطل(λ') وكما هو مبين في العمود الثاني من الجدول المشار إليه.
3. حساب متوسط معدل الفشل وعدد مرات الفشل المتوقعة ($nT\lambda'$) وكما هو موضح في العمود الثالث من الجدول المنوه عنه على اعتبار أن حجم العينة يساوي 16 وزمن الاختبار 600 ساعة.
4. تحديد قيمة احتمالية القبول (Pa) باستخدام (Ac) يساوي (2) وباستخدام جدول (10.7).

مثال (2):

تم اختيار عينة من (16) مفردة سحبت عشوائيًا من دفعة إنتاجية وحدد العمر الاستخدامي لكل مفردة ب- (600) ساعة واشترط لقبول الدفعة فشل (2) أو أقل من المفردات ولرفضها فشل أكثر من (3) مفردات. علمًا بأن المفردة الفاشلة تستبدل بأخرى صالحة من نفس الدفعة.

الحـــل:

1. $(n T \lambda') = 16 \times 600 \times 0.0005 = 4.80$

2. وباستخدام مخطط التوزيع التراكمي البواسوني لقيمة 4.80 مع (Ac) التي تساوي (2) نجد إن احتمال القبول (Pa) هو 0.142.

3. وبما أن منحنى خصائص التشغيل تفترض معدلات ثابتة للفشل فإن حجم العينات التالية سيكون لها نفس منحنى خاصية التشغيل الثابت.

n =4، T = 2400 ساعة، Ac = 2

n = 8، T = 1200 ساعة، Ac = 2

n = 16، T = 600 ساعة، Ac = 2

n = 24، T = 450 ساعة، Ac = 2

n = 32، T = 300 ساعة، Ac = 2

6.11 تصميم معولية المنتوج The design of the reliability of the product:

تم التطرق لضوابط تجاوب التصميم مع متطلبات الجودة المستهدفة لاي منتوج بالحالة العامة في الفقرة (3.11). ولكن ينبغي الإشارة أيضًا إلى القيمة الهندسية لتصميم المنتوج، وذلك لأن الخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة كاليابان مثلاً تشير إلى أن توافق التصميم مع المعولية هو الأسلوب الجديد في إظهار القيمة الهندسية لتصميم المنتوج ولضمان التوافق يتعين اتباع جملة إجراءات في مقدمتها:

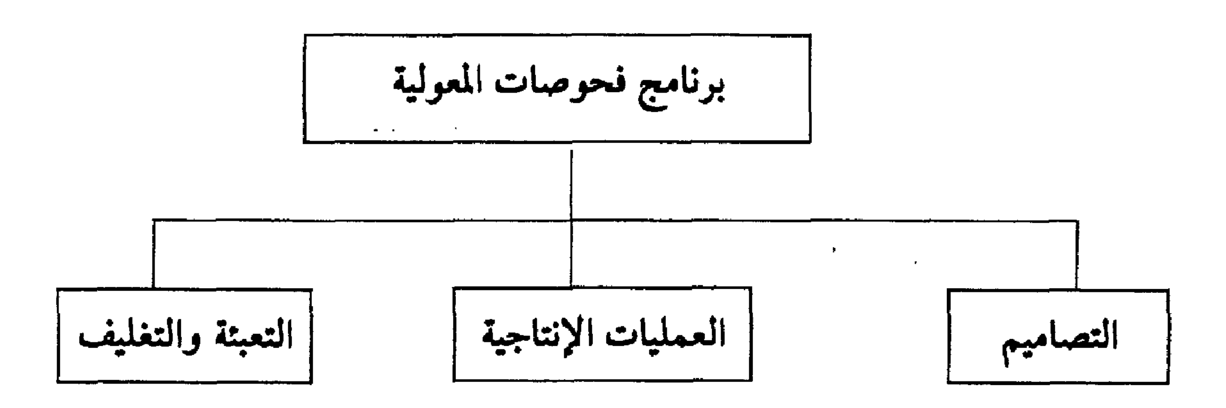
- تحليل وظائف المنتوج وحساب كلفة التوصل لكل وظيفة من وظائفه بهدف إجراء موازنة اجمالية بين الكلف والوظائف ومستوى تحقيقها للمعولية.

- تقويم كل صفة أو خاصية بغية تحديد مستوى ضرورتها العملية لتحقيق المعولية وإجراء التعديلات الضرورية على التصاميم في ضوء نتائج التقويم.
- الاستمرار بإجراء عمليات تقويم جديدة ومراجعة التقاييم السابقة لغرض إدخال التحديثات الممكنة لأن الخبرة تشير إلى إن اعتماد هذا الأسلوب يؤدي إلى خفض الكلف بجانب الإحتفاظ بالمستوى المحدد للمعولية والقابلية التشغيلية للمنتوج.
- تبسيط مخرجات المعدات الإنتاجية، وذلك لأن التبسيط يمثل الصفة الطبيعية لزيادة المعولية والهدف الأساسي لتحليل القيمة الهندسية لها.
- تحقيق المستوى المطلوب من الأمان عند تشغيل المنتوج. وجدير بالتنويه يعد هذا الشرط من أهم متطلبات المعولية. وعلى سبيل المثال إذا كانت حمولة مصعد كهربائي (900) كغم كأساس لمعوليته ينبغي أن يتجاوز التصميم الأساسي للمصعد ذلك بنسبة 50٪ ليصبح (1350) كغم.
- تصميم أجزاء المنتجات بالدقة المطلوبة من خلال تشديد التفاوتات التصميمية لضمان سلامة عملها. وبالأخص في المنتجات التي إذا تعرضت لعطل أثناء اشتغالها تحصل كارثة وكمثال على ذلك الطائرات والمركبات الفضائية.
- التوسع بإعتماد نظام الوحدات الإحتياطية (Stand-by System) أو الوحدات الموازية (Parallel System) أو الوحدات المجمعة (Assemblies System) وذلك لأن هذه الوحدات تبدأ بالعمل تلقائيًا حال حدوث عطل في الوحدات الأساسية. ويمكن ملاحظة ما يترتب على الإبتعاد عن هذه التصاميم من خسائر جسيمة وكوارث وبالأخص في الصناعات البتروكيميائية والمحطات الكهربائية والطيران.

وتجدر الإشارة بهذا الصدد أن تحقيق الفيض أو الزيادة في نظام المعولية يعتبر معياراً مضافاً لتحقيق المعولية شريطة إحكام عملية التوازن بين المعولية وكلفة تحقيقها. ويعتبر هذا المعيار في الوقت الحاضر الأساس الحديث لتقويم تصميم المعولية.

7.11 برنـامج فحوصـات معوليـة المنتـوج Tests Program of the reliability of the product:

الشكل (11.11) يوضح العناصر الأساسية لبرنامج فحص معولية المنتوج.



شكل (11.11) العناصر الأساسية لبرنامج فحوصات المعولية

يتم تدقيق التصاميم الأولية من قبل لجنة من المتخصصين تشكل لهذا الغـرض، أما العمليات الإنتاجية فيتم اختبارها مـن خـلال تشـغيل النمـوذج الأولي أو الوجبـة التجريبية وقدر تعلق الأمر بفحـص التعبئـة والتغليـف فيتبـع أسـلوبين يتمثـل الأول بالفحوصات المختبرية والثاني بالشحن التجريبي. وبغيـة تحديـد آليـة الفشـل وطريقـة توزيعه طبقًا لوقت حدوثه خلال عمر المنتوج تلجأ المنشأة المصنعة للمنتوج إلى تشغيله لحين فشله بالكامل. من هنا يتضح أن هذا النمط من الفحوصات الاتلافيـة لهـذا فـإن كلفته عالية وبنفس الوقت يستدعي وقتاً كبيراً للحصول علـى المعلومـات الضـرورية لتطوير معولية المنتوج. وبهدف خفض الكلف واختصار الوقت تقوم المنشـأة المصـنعة بتنفيذ هذه الفحوصات تحت ظروف معجلة من خلال زيـادة التحميـل والإجهـادات لإنهاء الفحص قبل حدوث الفشل التام.

وجدير بالذكر أن نجاح هذا النمط من الفحوصات يعتمد بشكل أساسي على إجرائها تحت ظروف تماثل ظروف التشغيل الفعلية في ميدان العمل المستقبلي للمنتوج وفي ضوء الألتزام بالتحديدين التاليين:

- التوصل للمعلومات الضرورية لتطوير المعولية من خلال فحص أقل عدد ممكن من النماذج.
- الانتهاء من إجراء الفحوصات بأقصر وقت ممكن، وذلك لأن التجارب تشير إلى أن الوقت الذي يستغرقه الفحص لمعولية ذات قيمة عالية كبير نسبيًا. وعلى سبيل المثال فإن فحص منتوج لمعولية قدرها 0.99 وبمستوى ثقة 90٪ يستدعي اختبار (460) نموذج بمعدل دقيقة عمل لكل جزء من أجزائه ولمدة (6) أشهر شريطة التأكد من صحة النتائج بتطابقها مع منحنى الفشل الأسي (Exponential) وبزمن يسبق فترة الإهتراء لمنحنى حياة المنتوج بمدة مناسبة.

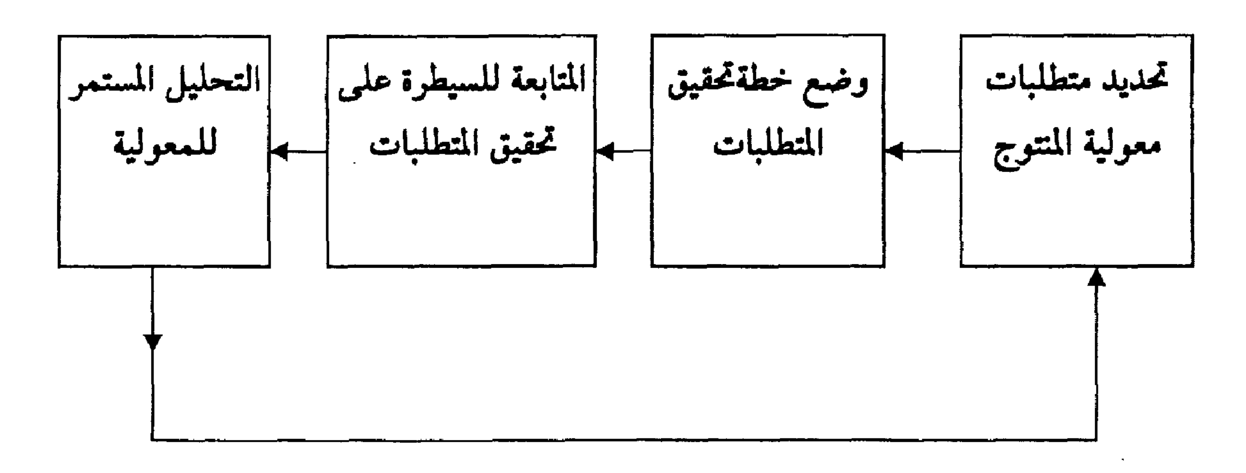
8.11 المعولية وضبط الجودة الشاملة Reliability and Total Quality Control:

معروف لدى العاملين في مجال التصميم ووضع مواصفات الجودة، إن مكونات نظام معولية المنتوج متمثلة بالفعاليات الأساسية الآتية:

1. تحديد متطلبات معولية المنتوج.
2. وضع خطة تحقيق المتطلبات بدءاً بالتصميم ومروراً بعمليات التصنيع وانتهاءً بفعالية نقل وتوزيع المنتوج.
3. متابعة متطلبات المعولية للسيطرة على تحقيقها.
4. التحليل المستمر للمعولية.

من هنا تبدو العلاقة الوثيقة بين المعولية وضبط الجودة وذلك لوقوع الفعاليات الأولى والثانية والرابعة ضمن مهام تأكيد الجودة التي تم التطرق إليها في الفقرة (4.1) من الفصل الأول من هذا الكتاب والفقرة (2.2) من الفصل الثاني، أي الجودة عند وضع المواصفات والتصميم. أما الفعالية الثالثة فهي الجزء الحيوي من نشاط المراقبة على المنتوج وتم التطرق لذلك بإسهاب في الفصل التاسع، أي التفتيش النوعي داخل المنشأة الصناعية.

أما طبيعة العلاقة المتبادلة بين الفعاليات الأربعة فبالإمكان توضيحها من خلال الشكل (9.11)، حيث يبدو منه أن المعلومات التي يتم الحصول عليها من التحليل المستمر لمعولية المنتوج تغذى بصورة عكسية لفعالية تحديد متطلبات المعولية، الأمر الذي يساعد بشكل فاعل على ممارسة المراجعة المنتظمة للمتطلبات من حيث درجة مناسبتها للاحتياجات الفعلية والعمل على تطوير تصميم المنتوج وتحسين طرق التصنيع وأنظمة الضبط ذات العلاقة في ضوء ذلك.



شكل (9.11) فعاليات نظام معولية المنتوج

علاوة على ماتقدم فإن الخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة [3] تشير إلى أن تكامل الفعاليات الأربعة المشار إليها في أعلاه يساعد على التحكم بحالات فشل المنتوج من جانب وتحديد معدلات الفشل بدلالة الاحتمالات أو الأداء أو الزمن من

جانب آخر. وهذا تفسير عملي آخر على مدى الترابط بين فعاليات المعولية ومهام ضبط الجودة الشاملة.

1.8.11 تحديد متطلبات معولية المنتوج Determination of the reliability requirements of the product:

إن تحديد المتطلبات النهائية لمعولية أي منتوج جديد يستدعي وضع معايير لمتوسط الزمن الذي يتوقع عنده حصول الفشل (Mean Time to Failure) (MTTF)، فضلاً عن كلفة التوصل لهذه المعايير وكلفة تحقيق أية زيادة فيها.

من هنا تظهر مدى ضرورة العناية في اختيار المعايير ضمن وبحدود الاعتبارات الاقتصادية، وذلك لأن الاختيار الغير دقيق ينعكس على وضع مواصفات غير واقعة للمعولية وكنتيجة لذلك كلف غير مبررة. ومن الوسائل المتبعة كمحاولة لتحقيق ذلك تجزئة فعالية تحليل المعولية إلى مرحلتين يتم في الأولى تحديد متطلبات المعولية الممكن وضعها قيد التنفيذ طبقًا للقدرات المتوفرة وفي الثانية المتطلبات التي تستدعي التطوير أو التحديث أو استخدام مكونات جديدة أو استخداماً جديداً لمكونات قديمة. وقد أثبت الواقع الصناعي على أن هذه التجزئة ومتابعة كل مرحلة بالعناية المطلوبة تمكن من الوقوف على المكونات ذات معدلات الفشل العالية وبدراستها وتحليل المسببات ومواجهتها بأجراءات فاعلة تتحقق المعولية المصممة.

وجدير بالإشارة إن المعولية التصميمية لاتعني المعولية المطلوبة بصورة نهائية لأن التأكد من قيم المعولية المطلوبة بصورة نهائية لايتم إلا بمتابعة المنتوج أثناء إشتغاله في ظروف العمل المتباينة بغية تشخيص النواقص ومعالجتها إما بتهذيب التصميم أو رفع مهارات التنفيذ. وعلى أية حال يتوجب أن يكون الهدف الأساسي لكافة الأجراءات التطويرية متمثلاً بالتوصل للقيمة المطلوبة لمعولية المنتوج ضمن محددات اقتصاديات التصنيع.

2.8.11 وضع خطة تحقيق المتطلبات

Develop a plan to achieve requirements:

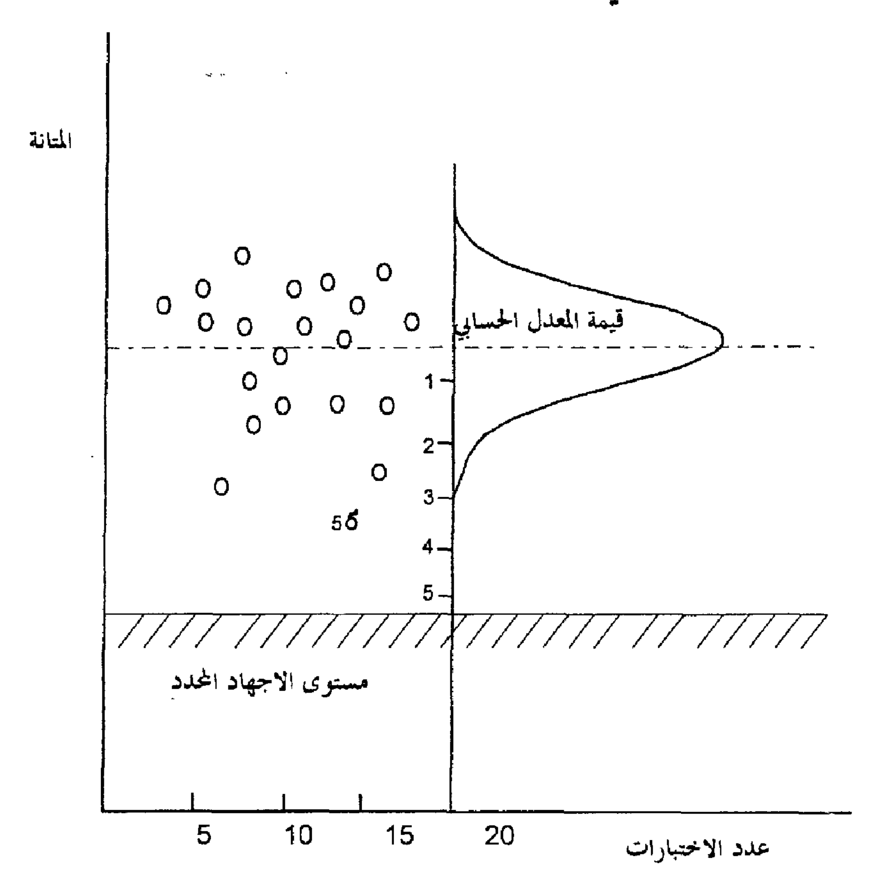
تشتمل خطة تحقيق متطلبات معولية المنتوج على تحديد:

- مواصفات التصميم.
- مواصفات عمليات التصنيع.
- مواصفات التغليف والتعبئة والنقل.
- وسيلة إيصال المنتوج للمستهلك.

وبعد ترجمة التصميم إلى رسومات هندسية يتعين بناء نموذج أولي للمنتوج بغية اختباره من خلال قياس كفاية أدائه وتحديد معوليته للوقوف على نسبة إيفائه للمواصفة المطلوبة للمعولية بهدف إدخال التحسينات الإضافية على الأجزاء والمكونات الضعيفة بخلاف ذلك. وجدير بالذكر أن الواقع العملي يشير إلى أن المشكلة الأساسية للمعولية متمثلة بعدد مكونات المنتوج. وعلى سبيل المثال إذا كانت معولية منتوج معين متكون من (10) أجزاء 0.9 فإن معولية كل جزء يجب أن تكون 0.99، أما إذا كانت متكونة من (100) جزء فمعولية كل جزء ينبغي أن تكون 0.999 وهذا، وكما هو معلوم، يستدعي إجراء عدد غير قابل للتصديق من الاختبارات ويلجأ المصممون على الأغلب لتجاوز ذلك بوضع احتياطي تصميم مناسب أو اعتماد مبدأ الفيض (Redundancy) في التصميم أو إعادة التقويم عن طريق اختبارات المحاكاة (Simulation Test) وعليه فإن الاعتبارات الواجبة الاعتماد لفعالية تصميم أي منتوج ينبغي أن تكون:

- احتياطي التصميم.
- إعادة التقويم.
- الفيض في التصميم.

إن احتياطي التصميم يمثل معامل الأمان اللازم لمواجهة الإجهادات الغير متوقعة أو التغيرية في متانة المنتوج والشكل (10.11) يوضح علاقة الإجهاد بتغيرية متانة المنتوج التي تقاس بوحدات الانحراف المعياري (σ). وعلى سبيل المثال يضع مصمم الصواريخ احتياطياً قدره (5σ) بين أوطأ متانة لجزء المنتوج والإجهاد الأقصى المسلط من الظروف المحيطة التي سوف يجابهها.



شكل (10.11) العلاقة عدد الاختبارات ومتانة المنتوج

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد إن لدقة تنفيذ العمليات التصنيعية علاقة مباشرة بمتانة المنتوج فأي تغير بسيط في الأبعاد يقلل من قابلية مقاومة الإجهادات، ولذلك فإن دراسة مقدرة العمليات الإنتاجية واستقراريتها تساهم بشكل مؤثر على برامج المعولية.

أما الهدف الرئيس من نشاط إعادة التقويم فمتمثل بتخصيص الأجزاء، بعد اختبارها، إلى وظائف أقل تشددًا من التي صممت من أجلها في الأصل. وعلى سبيل المثال فإن مقاومة (3000) أوم المصممة للعمل تحت درجة حرارة 70°م وقدره (1) واط تخصص للإشتغال في محيط حرارته 60°م وبقدره ($\frac{1}{2}$) واط.

وهذا يعني عمليًا إن عملية إعادة التقويم تمثلت بتسليط إجهاد أقل وكنتيجة لذلك انحراف أقل في قيم المقاومة مقارنة مع المقاومة الأصلية خلال فترة زمنية معينة. وتعد هذه الفعالية أحدى التقنيات الحديثة في التصميم والمتمثلة بتزويد إحتياطي أكبر بين متانة التصميم والإجهادات المسلطة عليه.

والمقصود بالفيض في التصميم تزويد المنتوج بأجزاء احتياطية تباشر العمل في حالة عطل الجزء الأصلي بصورة اتوماتيكية، ومن البدهي أن الفيض يرفع من كلفة المنتوج وكذلك كلفة الصيانة. لهذا ينبغي اختصار الفيض على الأجزاء التي تؤثر معوليتها على المعولية الكلية للنظام بشكل كبير.

وجدير بالتنويه أن الواقع العملي يشير إلى وجود فعاليات مكملة لخطة المعولية وعليه يتوجب أخذها بعين الاعتبار كذلك ومن أهم هذه الفعاليات:

1. العمليات الإنتاجية Production processes:

معروف لدى العاملين في حقل التصميم إن التوصل للقيمة المطلوبة للمعولية يتم أما بتغير التصميم أو العمليات الإنتاجية أو كليهما. من هنا يظهر أن العمليات الإنتاجية تساهم بشكل مباشر ورئيس في تحقيق المعولية المخططة من خلال تشخيص ظروف العملية ومدى تأثيرها على معولية المنتوج. وعلى سبيل المثال في حالة التحديد الدقيق لدرجة حرارة مصهور اللحام فإن ناتج عملية لحام الألواح الإلكترونية سيكون بأعلى درجات المعولية. وكذلك وجد بالتجربة إن معرفة التركيب الدقيق لمحلول إزالة الصهور (Flux) من الألواح الإلكترونية يرفع بشكل ملحوظ من متانتها الكهربائية،

لهذا ينبغي العناية بتطوير مستلزمات وأدوات العمليات الإنتاجية بالبحوث والتجارب المستمرة.

2. التغليف والنقل Packaging & transportation.

من البدهي إن المستهلك يحكم على المعولية بعد مشاهدة المنتوج واستعماله. وقد أكدت الوقائع إن ضعف الإهتمام بتغليف المنتوج وتعبئته ونقله بوسائط لاتنسجم مع خصائصه يسبب له مختلف أنواع الأضرار. لهذا يتعين إيلاء تصميم العبوات بالكيفية التي تضمن المحافظة على المنتوج أثناء شحنه وحمايته من الإهتزازات والصدمات. وتشير التجارب الميدانية المتفحصة إلى ضرورة أناطة هذه المهمة لشعبة متخصصة بغية تقويم فاعلية العبوات أثناء الشحن من خلال اختبار تأثير الإجهادات التي ستتعرض لها المنتجات المغلفة أثناء النقل بهدف تحسين تصميم العبوات بشكل مستمر. علاوة على ما تقدم تلجأ بعض المنشآت المهتمة بحماية المنتوج أثناء الشحن إلى جملة اختبارات عن طريق المحاكاة باستخدام:

- فاحصات الصدمة.
- المناضد المهتزة.
- أجهزة فحص تأثير الكبس والاحتكاك.

ومما ينبغي ذكره بهذا الصدد أيضاً، لضمان سلامة وحماية المنتوج أثناء الشحن، ضرورة تحديد جملة أمور أخرى من قبل المتخصصين بشئون التغليف والنقل والخزن في مقدمتها:

- طريقة النقل.
- أسلوب المناولة.
- أقصى درجات الحرارة ونسب الرطوبة.

3.8.11 متابعة متطلبات المعولية للسيطرة على تحقيقها

Follow-up the requirements to achieve the reliability:

إن برنامج التحكم المستمر على تصنيع المنتوج متمثل بنظام ضبط الجودة الشاملة لكافة الحلقات والمجالات التي تؤثر على معولية المنتوج مثل:

- الأجزاء المشتراة.
- التحكم بالعمليات الإنتاجية.
- التعبئة والنقل.

وجدير بالذكر، أن ضبط جودة الأجزاء المشتراة والتعبئة والنقل أسهل بكثير من التحكم ومراقبة العمليات الإنتاجية، وذلك لأن التغير أمر متأصل في عمليات التصنيع وعند مواجهته وإقامة معيار جديد للمعولية ينبغي اتخاذ الإجراءات العملية الكفيلة لضمان عدم عودة المنفذين أو وسيلة الإنتاج للمستوى الذي تم تعديله من خلال المتابعة والتحديد المستمر للاختلاف بين الإنحدار عن المستوى الجديد وبين التغير المعتاد عن المواصفات. وهذا النشاط، وكما هو معلوم، هو أهم مسئوليات هندسة التحكم ومراقبة العمليات للحفاظ على معولية المنتوج. ولتحديد قيم الاختلافات يستعان بلوحات ضبط الجودة، التي سبق تناولها بالتفصيل في الفصلين الرابع والخامس من هذا الكتاب، للوقوف على على حالة إحكام المراقبة الاحصائية من عدمها، وذلك لأن العملية التي تم التحكم بها، أي العملية الواقعة تحت الضبط هي عملية قابلة للتنبؤ وبالإمكان في هذه الحالة الوثوق من التوصل إلى منتوج بالمعولية المحددة له. لهذا فإن وقوع العمليات الإنتاجية تحت الضبط الاحصائي هو الهدف الرئيس لكافة الجهود المبذولة في مراحل التصميم والإنتاج والتفتيش على المنتوج.

واستناداً على ماتقدم فإن الواجب الأساسي لمهندس المراقبة والتحكم بالعمليات الإنتاجية هو التوصل لحالة الضبط الإحصائي، وبالأخص على العمليات الحرجة ذات العلاقة المباشرة بمعولية المنتوج، وذلك من خلال:

- استخدام أحدث الأجهزة لقياس الجودة في العمليات التصنيعية التي تتعرض إلى الانحرافات بنتيجة استهلاك المعدات الإنتاجية.
- تركيز فحوصات الجودة على المواد الأولية التي تتأثر أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية المعد للأغراض التصنيعية عليها بدرجات الحرارة للوقوف على عدم تأثير ارتفاع الحرارة على التركيب الكيماوي لها.
- التأكد بشكل دوري وبفترات زمنية محددة من حالة ضبط الأبعاد المطلوبة على المكائن الإنتاجية كضمان مضاف لاستمرار حالة ضبط الجودة على العمليات. ويتعين التنويه بهذا الصدد إلى توفر حاسبات إلكترونية خاصة لتعيين الوسط الحسابي ($\overline{\chi}$) والانحراف المعياري (σ) يمكنها أخذ المعلومات عن القراءات وتحليلها إحصائياً. وفي ضوء النتائج يصار بسرعة إلى إعادة تنظيم العملية بالقدر المطلوب للمحافظة على الخاصية النوعية ضمن الحدود المحددة.

وجدير بالإشارة، أن الخبرة العملية لممارسة هذا النشاط في مختلف أنواع الصناعات الهندسية تشير إلى أن قياس خواص الجودة وتحليلها بواسطة لوحات ضبط الجودة أو الحاسبات الإلكترونية تكشف التغير في عمليات التصنيع الذي له تأثير حاسم على معولية المنتوج ولكن تبقى هنالك بعض العوامل التي يصعب اكتشافها ولهذا فإن مهمة مهندس مراقبة العمليات الإنتاجية يجب أن لاتنتهي بما تقدم من فعاليات وينبغي عليه قياس النتيجة النهائية لمعولية المنتوج بعد الانتهاء من تصنيعه من خلال أخذ وحدات بشكل دوري من الإنتاج الجاهز كإجراء وقائي لعدم إغفال أية خاصية جودة قد تؤثر على معولية المنتوج.

4.8.11 التحليل المستمر للمعولية: Continuous analysis of the reliability

من المؤكد قيام المصمم بدراسة متفحصة لمتطلبات معولية أي تصميم جديد، وفي ضوء نتائج الدراسة يتم تضمين التصاميم بالتفاوتات التي تكفل مواجهة المتطلبات

وقد أكد الواقع العملي على جملة أمور بعد الانتهاء من تصنيع المنتوج وأثناء استخدامه من قبل المستهلك ومنها:

- صعوبة تحقيق المعولية المحددة للمنتوج ضمن حدود الكلف الإنتاجية المعيارية.
- الفشل المبكر لبعض أجزاء المنتوج.
- ارتفاع كلفة الادامة والصيانة خلال عمر المنتوج.
- حصول حوادث وإصابات للعاملين على المنتوج بسبب فشله.
- عدم رضا المستهلك عن المنتوج ومطالبته بقيم أعلى للمعولية والأمان عند استعماله.
- وأحياناً قد تستدعي متطلبات النجاح في المنافسة مع المنتجات المماثلة قيماً أعلى للمعولية.

مما تقدم يبدو بوضوح ضرورة اعتماد مبدأ التحليل المستمر للمعولية وإجراء الفحوصات والدراسات بغية جمع المعلومات لتطويرها من جانب والاستفادة منها في تصميم المنتجات المماثلة من جانب آخر.

والخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة تشير إلى ممارسة المنشآت الصناعية لجملة فعاليات لهذا الغرض منها:

1. بحوث تطوير المعولية Development research of the reliability:

ينصب الهدف الأساسي من هذه البحوث على إيجاد سبيل رفع معولية الأجزاء الحرجة في المنتوج بأقل مايمكن من كلف، فضلاً عن تشخيص المهارات الفنية والإنتاجية اللازمة للعمليات التصنيعية لضمان تحقيق المعولية المحددة في التصاميم الهندسية.

2. الاختبارات المعجلة لتقويم المعولية

Accelerated tests to evaluate the reliability:

تهدف هذه الاختبارات إلى تجميع أكبر قدر من المعلومات الشاملة عن المنتوج بعد استخدامه ميدانياً بغية الاستفادة منها لتحسين برامج المعولية شريطة الحصول على المعلومات بأقصر مايمكن من وقت. وتلجأ المنشآت لمواجهة الشرط المشار إليه بإجراء الاختبارات على أعداد قليلة من المنتوج بساعات عمل مكثفة وتحت ظروف التشغيل الفعلية. وعلى سبيل المثال فإن معدل استخدام المكواة الكهربائية في المنازل هو (4) ساعات أسبوعياً وطبقاً لهذه الإحصائية فإن العمر التشغيلي للمكواة هو (10) سنوات ومن غير المعقول الانتظار هذه المدة لتجميع المعلومات اللازمة لتحسين معولية المكواة لهذا تستعين المنشأة المصنعة للمكواة إما بورشة لكي الملابس أو بمعمل ينتج القمصان ويعمل وجبتي عمل يومياً، أي (80) ساعة أسبوعياً. وبهذا الإجراء يختصر وقت الاختبار (20) مرة وكنتيجة لذلك تختصر مدة الاختبار إلى نصف سنة بدلاً عن (10) سنوات.

وجدير بالذكر أيضاً، أن بعض المنشآت المصنعة للمكواة تقوم، بغية اختصار مدة الاختبار إلى أبعد مما تقدم، بإجراء فحص محاكاة في ظروف تشغيلية ولمدة (24) ساعة يومياً ولعدد غير محدد من دورات تسخين وتبريد المكواة وبهذا يتمكن المهندس القائم بالفحص من جمع معلومات مفيدة عن تأثير الاجهادات التي تتعرض لها المكواة في الدورات الزمنية المتتابعة بوقت قصير وبهذه الطريقة المعجلة تتجمع بسرعة المعلومات اللازمة لتقويم المعلومات بغية العمل على تحسينها.

علاوة على ماسلف فإن بعض المنشآت تلجأ لأسلوب آخر لتقليل مدة الاختبارات، حيث تقوم باستخدام تيار كهربائي ذي فولتية (250) فولت بدلاً من (220) المقررة وهذا وكما هو معروف يؤثر على سلك المقاومة الكهربائية للمكواة ويجعله يعمل بدرجات حرارة أعلى فإذا كان هناك أي قصور في المعولية فإنه سيظهر بوقت أقصر. لأن زيادة الاجهاد المسلط يظهر نقاط الضعف في المنتوج بفترة زمنية

قصيرة وبالأخص في سلك المقاومة ومنظم درجة الحرارة (Thermostat) لأنه سيقوم بفصل قيم أعلى من القيم المقررة للتيار، الأمر الذي يـؤدي إلى زيـادة مجالية القـوس الكهربائي وكنتيجة لذلك تتآكل نقاط الإتصال في المنظم.

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد الاختبارات ضرورة مراعاة جملـة اعتبـارات في مقدمتها:

- إن الاختبارات المعجلة مفيدة فقط في حالة وجود علاقة ترابط بينها وبين اختبارات عمر المنتوج تحت ظروف التشغيل الفعلية أو المكثفة، وذلك لوجود نهايات محددة لقساوة الظروف وبعد تجاوزها تظهر عوامل أخرى تختلف تماماً عن الظروف التي يواجهها المنتوج عند الاستخدام الفعلي. والتجارب أثبتت أن إغفال ماتقدم يؤدي إلى التوصل لقيم مضلله بما يخص عمر المنتوج الحقيقي.
- دراسة خصائص جودة المنتوج بشكل متفحص قبل إخضاعه للاختبارات المعجلة، وذلك لوجود منتجات ملاءمة لهذا النوع من الاختبارات وأخرى غير ملاءمة وفي حالة إخضاعها للاختبار تكون نتائجه عكس ما هو مستهدف التوصل إليه. وعلى سبيل المثال فإن المتسعات والمقاومات الكهربائية ملاءمة للاختبارات المعجلة لأنها من المنتجات التي يعتمد عمرها على آلية فشل بسيطة، أما الصممات الإلكترونيـة فلا يمكن تعجيل اختبارها وذلك لأن الاجهادات العالية التي تسـلط عليهـا تولـد آلية فشل إضافية بدلاً من الإسراع بإظهار مسببات آلية الفشل الأصلية الموجـودة تحت ظروف التشغيل الاعتيادي فإذا سببت الفولتية الإضافية في حـدوث شـرارة قوس فإن ذلك يؤدي إلى تعطيـل تـام للصـمام وبخـلاف ذلـك، أي إذا لم تحـدث شرارة قوس فإن ذلك يـؤدي إلى إطالـة عمـر الصـمام الإلكتروني بشـكل غـير معقول.
- ضرورة تقويم النتائج المستنبطة من الاختبارات المعجلة مع ظـروف البيئـة المحيطـة بغية الوقوف على العلاقة بين متوسط الوقـت النـاتج والمعيـار المحـدد للمعوليـة،

وذلك من خلال استخدام خط الانحدار الـذي يـربط ظـروف الاختبـار بظـروف الاستخدام الواقعية فإذا وجد بأن العلاقة دون المستوى المطلوب ينبغـي اسـتبدال ظروف الاختبار وتقريبها بشكل مستمر لظروف التشغيل الفعلية ولحين التوصـل للعلاقة المطلوبة.

- إن اختبارات المعولية تستدعي معدات اختبـار معقـدة لمحاكـاة الظـروف التشـغيلية الفعليـة ووقـت وطاقـة كـبيرة وبـالأخص عنـد اختبـار حمـولات كـبيرة، إضـافة لاحتمالية تلف المنتجات قيد الاختبار. من هنا يظهر بوضوح أن كلفـة اختبـارات المعولية عاليـة ولهـذا السـبب بالـذات يـتعين التخطـيط المحكـم والتنفيـذ الـدقيق لفعاليات الاختبار بغية التوصل لأكبر قدر من المعلومـات الدقيقـة بأقصـر وقـت وأقل الكلف الممكنة.
- متابعة مدى فاعلية تطبيق نتائج الاختبارات المعجلة ميدانياً للتأكد من دقتهـا ومـن خلال الاستعانة بالتقنيـات الإحصـائية المتطـورة لإثبـات المعوليـة بمسـتوى الثقـة المطلوب.

3. تضمين عقود التجهيز بجمع بيانات عن المعولية

Supply contracts to include data on reliability:

معروف لدى المصممين أن البيانات التي تجمع بصورة غير معجلة عـن المنتـوج أثناء استخدامه ميدانياً تتسم بالدقة أكثر مـن الـتي تجمـع بشـكل معجـل، لهـذا تعتـبر معلومات أساسية لاتخاذ الإجـراءات التصـحيحية الأكثـر فاعليـة، ومـن هنـا يتضـح ضرورة تجميعها بشكل منظم وتوثيقها بصورة دقيقة ومـن هـذا المنطلـق يـتم تضـمين عقود التجهيز والطلب من الجهات المستفيدة تسجل كافة المعلومات عن كل معـدة أو جهاز طيلة عمره الإنتاجي بموجب سجل خـاص يحـوي علـى المعلومـات الضـرورية للمنشأة لتطوير معولية المنتـوج وتصـحيح معلومـات الاختبـارات المعجلـة، علـى أن

تغذى هذه المعلومات أولاً بأول بصورة عكسية للمنشأة المصنعة باستمرار مـن خـلال تقارير دورية. وقد أثبت الواقع أن تحليل هذه المعلومات يساعد على:

- الوقوف على الحلقات الضعيفة في نظام عمل المنتـوج وبدراسـة المسـببات تتضـح الجهود الفنية المطلوبة لمواجهتها.
- تشخيص آليات الفشل وبدراستها بشكل متفحص يمكن التوصل للسبب الحقيقـي لكل منها وبهذا تتضح الإجراءات اللازمة للمواجهة مثل تغير تصميم المنتـوج أو تحسين طرق تصنيعه أو تطوير أساليب السيطرة على العمليـات الإنتاجيـة، وهـذا وكما هو معلوم، الاداة الاقتصادية للتوصل إلى أهداف معولية المنتوج المستهدفة.

وتأسيساً على كل ماتقدم يتبين أن المعولية تمثل أهم خاصـية مـن بـين خـواص المنتوج ويتضح كذلك صعوبة فصلها عملياً أو تنفيذياً أو نظامياً عن اعتبـارات جـودة المنتوج. وبما أن تحقيق الجودة لايتم إلا بتظافر جهود كافة الأقسام على مستوى الهيكل التنظيمـي للمنشـأة، وكمـا تم تبيـان ذلـك في الفصـول السـابقة لهـذا المؤلَّـف. لهـذا، وكتحصيل حاصل، فإن مايصح على الجودة يصح أيضاً على المعولية وما تتطلبها مـن واجبات محددة على مستوى أقسام التنظيم كافة. أما الفعاليات الفردية لضمان معولية المنتوج فينبغي وصفها في نظام تأكيد الجودة لأنها جـزء مكمـل لهـذا النظـام. وجـدير بالإشارة أن هنالك، وعلى وجه الأهمية النسـبية والتحديـد ثلاثـة أنظمـة فرعيـة مـن النظام المتكامل لتأكيد الجودة توضح العلاقة بين متطلبات تحقيق معوليـة المنتـوج مـن خلال نظام الجودة وهي:

1. نظام تقويم الجودة ما قبل الإنتاج

Evaluation system of quality pre-production:

يتضمن هذا النظام الفرعي، وقدر تعلق الأمر بالمعولية، المهام التالية:

- تحديد مواصفة معولية المنتوج المطلوبة من قبل المستهلك.

- تشخيص دقيق للبيئة التي سيواجهها المنتوج.
- تحديد الموازنة بين المعولية المطلوبة وكلفة الحصول عليها.
- ضبط دقة التصاميم لضمان التوصل للمعولية المحددة.
- اختبار طرق التصنيع ووسائل الإنتاج المتناسبة مع متطلبات المعولية.

2. نظام تقويم جودة المواد المشتراه: Bought-out material quality system

ويشمل هذا النظام الفرعي الأنشطة التالية بما يخص المعولية:

- إبلاغ المجهزين للمواد بمتطلبات المعولية.
- التأكد من مقدرة المجهزين على إنتاج المواد بالمعولية المطلوبة.
- تقويم معولية منتجات المجهز وبشكل مستمر وعلى أساس دوري.
- الطلب من المجهزين لتقديم الخدمات الضرورية لتحسين معولية المنتوج.

3. نظام خدمات الجودة بعد الإنتاج

Post-production System of quality services:

يتضمن هذا النظام الفرعي الفعاليات ذات العلاقة بالمعولية الآتية:

- مقارنة فترات الضمان المحددة للمنتوج بمعوليته لتحديد العلاقة فيما بينهما.
- تقويم معولية المنتجات المنافسة.
- تبادل المعلومات بين المنشأة المصنعة وميادين استخدام المنتوج بما يخص مشاكل المعولية التي يواجهها المنتوج والإجراءات التصحيحية المتخذة من قبل الجهة المصنعة بصدد ذلك ومدى فاعليتها.
- تدقيق معولية المنتوج بعد إرساله وكذلك بعد تركيبه وعند استخدامه.

- تزويد المستهلك بشهادات معولية المنتوج، علاوة على تعليمات صيانته موضحاً فيها الأدوات والتقنيات الواجبة الاعتماد لهذا الغرض.
- متابعة أنواع الصيانة التي يتطلبها المنتوج في الواقع العملي وكلفة كل منها وتحديد نوع الخدمات النوعية الضرورية للمنتوج أثناء استعماله.
- قياس كفاية أداء المنتوج ومعوليته في حقل الاستخدام من خلال معدلات التكاليف ومعدلات الفشل.

الفصل الثاني عشر

كلف الجودة Quality COSTS

الفصل الثاني عشر

كلـــف الجـــــودة Quality COSTS

1.12 أهميـة كلـف الجـودة.

2.12 كلـف الجـودة المباشـرة.

3.12 كلف الجودة غير المباشرة.

4.12 تقارير كلـف الجـودة.

5.12 تقويم وتحليل البيانـات.

1.12 أهمية كلف الجودة Importance of quality costs:

أكدت تجارب الدول المتطورة صناعيًا كالسويد وأمريكا على إن أفضل طريقة للوقوف على الهدر في النفقات هي دراسة وتحليل كلف الجودة. وذلك لأنها تتراوح، ولكل عامل إنتاجي، بين (200) وإلى (500) دولار في السنة الإنتاجية الواحدة في مختلف الصناعات الهندسية وطبقًا لدرجة إليتها من عدمه. كما قدرت هذه الكلفة بنسبة تتراوح بين 0.5 إلى 25٪ من سعر بيع منتجات أية منشأة صناعية عدا الصناعات الإلكترونية الدقيقة، حيث تبلغ فيها، وبالحالة العامة، الحد الأعلى المشار إليه [32].

مما تقدم تبدو بوضوح أهمية دراسة كلف الجودة على مستوى المنشآت الصناعية بغية تقليل تكاليف الإنتاج من خلال خفض الهدر في النفقات. وتبدوكذلك، إن ممارسة هذه الفعالية أمر في غاية الأهمية لتحسين طرق الأداء، وذلك لوجود إرتباط طردي بين كلف الجودة والمعيبات، حيث تختفي الأولى في حالة عدم وجود الثانية والعكس صحيح.

وتأسيسًا على ماسبق يمكن اعتبار نشاط حساب كلف الجودة أداة إدارية مهمة لجملة فعاليات أهمها:

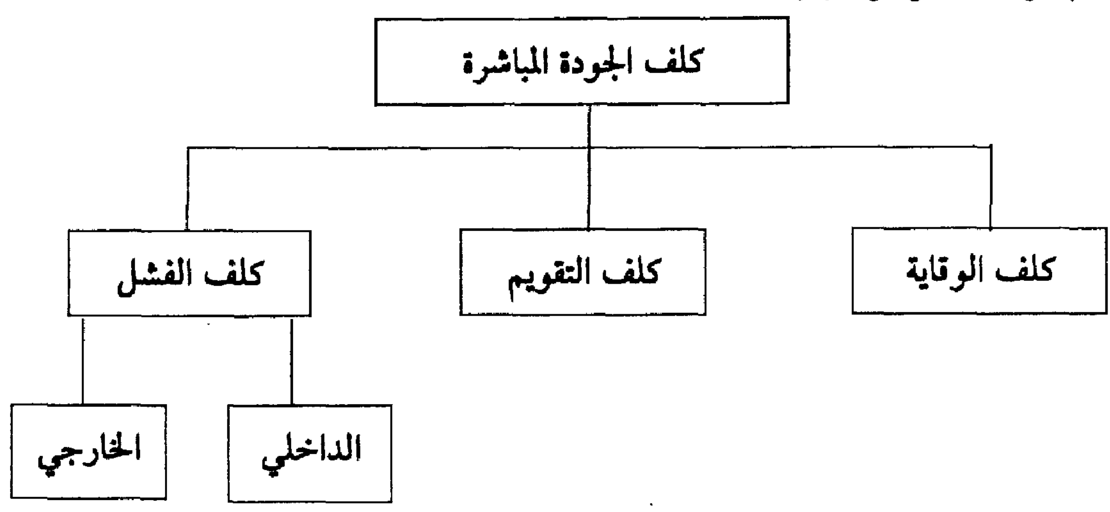
- تقويم برامج وأنظمة الجودة بهدف تحسينها.
- تحديد مواقع الخلل على الخطوط الإنتاجية ومحطات العمل بغية إقتراح الإجراءات المطلوبة لمواجهتها.
- تحديد الكمية الدقيقة للجهد المطلوب لأنشطة الجودة المختلفة.
- جمع المعلومات الضرورية للتسعير المناسب لمنتجات المنشأة ولتقديم أسعار دقيقة لعروض التجهيز.

ومما يتوجب ذكره بصدد كلف الجودة أيضًا ضرورة إدارتها بعناية من أجل أحكام السيطرة عليها، وذلك لأنها المقياس الحقيقي للجهود المبذولة في تحقيق الجودة

المطلوبة. وهذا يستدعي، وكما هو معلوم، الوقوف بدقة على الأنواع المختلفة لكلف الجودة.

2.12 كلف الجودة المباشرة Direct quality costs:

الشكل (2.12) يوضح أنواع كلف الجودة المباشرة الرئيسة والفرعية التي يتوجب جمع المعلومات عنها لغرض إعداد تقرير بصددها يتضمن مواقع الخلل والإجراء المناظر لمواجهتها.



شكل (1.12) أنواع كلف الجودة

1.2.12 كلفة الوقاية Prevention costs:

معروف لدى العاملين بنشاط حسابات كلف الجودة في المنشآت الصناعية، إن هذه الكلف تتأتى بشكل رئيس من رواتب وأجور العاملين في مجال التصميم، إدارة نظام الجودة والتدريب من أجل الجودة. ومعروف كذلك، إن هذه الاستثمارات توظف قبل المباشرة بالإنتاج بغية ضمان التوصل لمتطلبات الجودة وبالمستويات الاقتصادية المستهدفة من خلال خفض الفشل وإعادة العمل إلى أدنى حد ممكن. وأهم عناصر هذه الكلفة هي:

- تخطيط الجودة على أن تتضمن تخطيط التفتيش ووضع خطط للمعولية ونظام للبيانات، فضلاً عن إعداد دليل ضبط الجودة.

- مراجعة التصميم الجديد. ويقصد به التكاليف الناشئة عن الأنشطة التي تتطلبها عملية مراجعة التصميم واعداد برامج الفحص.
- التدريب من أجل الجودة. ويعني به التكاليف المترتبة على إقامة الدورات التدريبية للعاملين في كافة المستويات بهدف إطلاعهم وتعريفهم بمسببات الرفض وأساليب رفع جودة المنتجات.
- تقارير الجودة. ويقصد بها تلخيص البيانات الخاصة بالجودة وتعميمها على مختلف الإدارات ذات العلاقة.
- برامج تحسين الجودة. ويقصد بها التكاليف المرتبطة بوضع الخطط وبرامج التحول لمستويات جودة أعلى.

2.2.12 كلفة التقويم Appraisal costs:

وتتمثل بكلفة القياس والتدقيق لجودة المنتوج والأجزاء والمواد المشتراة من خارج المنشأة للتأكد من مطابقتها لمواصفات الجودة ومتطلبات الأداء، إضافة إلى الكلف المترتبة على الفعاليات المطلوبة لتشخيص حالة المنتوج ومكوناته خلال عمليات الإنتاج وتتضمن الكلف الآتية:

- كلفة التفتيش. ويقصد بها الكلفة الناشئة عن التأكد من جودة المواد والأجزاء المشتراة من مجهزين خارجيين. بما في ذلك كلفة التحقق من الجودة من قبل طرف ثالث إذا استدعى الموقف ذلك.
- كلفة القياس والفحص. ويعني بها الكلفة المترتبة على قياس وفحص مكونات المنتوج أثناء الإنتاج وفحص المنتجات الخارجة (النهائية) لتحديد جودتها ودرجة التقويم لمستوى الإنجاز النوعي الإجمالي في ضوء ذلك.
- كلفة المواد والأجزاء والمنتجات التي تتلف لنتيجة فشلها في فحوصات الجودة.
- كلفة المحافظة على دقة أدوات القياس ومعايرتها وإدامتها.

3.2.12 كلفة الفشل الداخلي Internal failure costs:

تتألف هذه الكلفة من البنود التالية:

- التلف. ويتمثل بصافي الخسارة في المواد والجهد الحي (العمل) بنتيجة العيوب التي لايمكن إصلاحها.
- إعادة العمل. ويعني بها تكاليف تصليح المعيب القابل للتصليح بجعله مطابقاً للمواصفات وكنتيجة لذلك ملائم للاستعمال.
- إعادة التفتيش. ويقصد بها التكاليف الناشئة عن إعادة فحص المنتجات التي تم إعادة العمل عليها.
- عزل المنتجات. وهي المصاريف المترتبة على تفتيش الإنتاج بنسبة 100٪.
- تخفيض الدرجة. وهو الفرق بين سعر بيع المنتوج المحدد والسعر المخفض بسبب عدم مطابقته للمواصفات المطلوبة تمامًا ولكنه قابل للاستعمال.

4.2.12 كلفة الفشل الخارجي External failure costs:

وهي الكلف الناشئة عن العيوب التي تظهر بعد نقل حيازة المنتوج إلى المستهلك ومن أهم أنواعها:

- نفقات فترة الضمان. وتتمثل بمصاريف صيانة المنتوج بدون مقابل من قبل الجهة المنتجة خلال فترة الضمان المحددة من قبلها شريطة استعمال المنتوج من قبل المستهلك طبقًا للتعليمات المطلوبة.
- المنتجات المعادة. وهي الكلف الناتجة عن استبدال المنتجات المعيبة التي تم بيعها في السوق والمعادة للجهة المنتجة من قبل المستهلك.
- مصاريف تصليح المنتجات المعيبة لدى المستهلكين بنتيجة شكاويهم والناجمة عن النصب والتركيب المخطئ للمنتج الجاهز.

- تخفيضات الأسعار. وهي مبالغ الخصومات التي تمنح للمستهلكين بموافقتهم على قبول المنتوج الغير مطابق في بعض خواصه للمواصفات المقررة.

ومن المفيد الإشارة هنا إلى إن كلف الجودة في الصناعات الهندسية تختلف من صناعة إلى أخرى طبقًا لدقة الإنتاج المطلوب فيها ودرجة تعقدها من عدمه، فضلاً عن الوقوف على النسب المئوية لعناصر كلف الجودة المباشرة بغية تركيز الإهتمام بشكل أدق على العنصر الأكثر فاعلية لتخفيض الكلفة الإجمالية وفقًا للصناعة الهندسية المناظرة له والجدولان (1.12) و(2.12) يوضحان ماتقدم ذكره.

جدول (1.12) يبين نسبة كلف الجودة من قيمة المبيعات [32،9]

نوع الصناعة والدقة المطلوبة	كلفة الجودة بالنسبة لقيم المبيعات
1. صناعة ميكانيكية بسيطة (ذات تفاوتات واسعة)	٪2 - 0.2
2. صناعة ميكانيكية اعتيادية (ذات تفاوتات اعتيادية)	٪5 - 1
3. صناعة ميكانيكية دقيقية (ذات تفاوتات ضيقة)	٪10 - 2
4. الصناعات الإلكترونية المعقدة بما في ذلك معدات الفضاء	٪25 - 5

جدول (2.12) يوضح النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر كلف الجودة المباشرة [32،9]

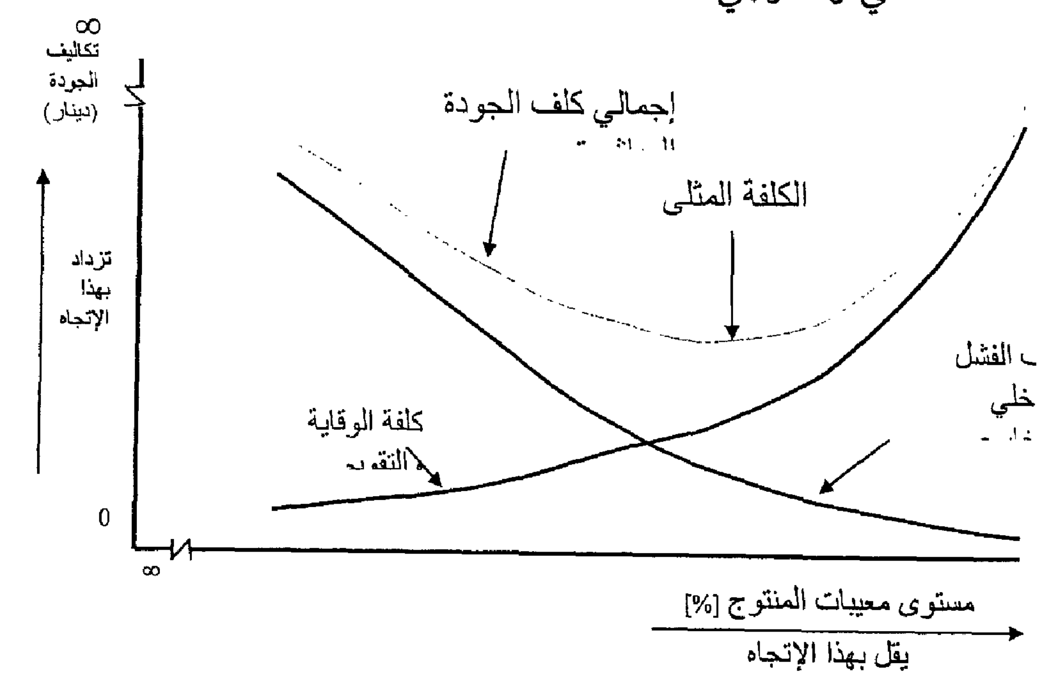
عناصر كلف الجودة المباشرة	النسبة المئوية لكل عنصر من مجموع كلف الجودة
1. كلفة الوقاية	٪5-0.5
2. كلفة التقويم	٪50-10
3. كلفة الفشل الداخلي	٪40-25
4. كلفة الفشل الخارجي	٪40- 2

ومما يتوجب التنويه إليه بصدد عناصر كلف الجودة المباشرة أيضًا، إن العنصرين الأول والثاني، أي كلفة الوقاية وكلفة التقويم قابلة للمراقبة أكثر من العنصرين

الثالث والرابع، أي كلفة الفشل الداخلي والخارجي. والشكل (2.12) يوضح العلاقة بين مجموع كلفة الوقاية والتقويم ومجموع كلفة الفشل الداخلي والخارجي، فضلاً عن تحديد مبلغ الكلفة المثلي كاوطا نقطة على منحنى إجمالي كلف الجودة المباشرة.

من الشكل (2.12) تبدو الحقائق الآتية:

1. كلما إزدادت الكلفة الممكن التحكم بها كليًا والمتمثلة بمجموع كلفتي الوقاية والتقويم قلت كلفة الفشل الداخلي والخارجي التي لايمكن التحكم فيها كليًا والعكس صحيح.
2. أوطأ نقطة على إجمالي كلف الجودة المباشرة الذي يمثل مجموع عناصر هذه الكلف تحدد مستوى الكلفة المثلى لها، وذلك لأن الإبتعاد عنها باتجاه اليمين يرفع من مجموع كلفتي الوقاية والتقويم بنسب أعلى بكثير من مجموع كلفتي المرفوض الداخلي والخارجي، والإبتعاد عنها باتجاه اليسار برفع كلفتي الفشل الداخلي والخارجي.



شكل (2.12) كلف الجودة المباشرة

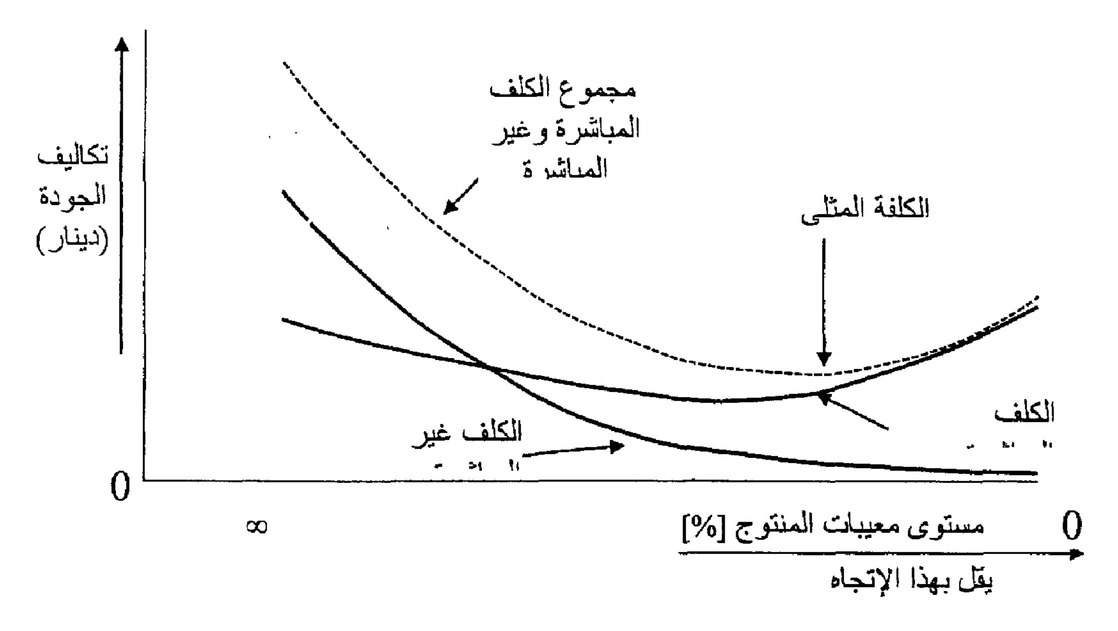
3.12 كلف الجودة غير المباشرة Indirect quality costs:

معلوم لدى المعنيين بشؤون التسويق وأبحاث السوق، وجود عوامل أخرى يصعب قياسها وتحديد تأثيرها على إجمالي كلف الجودة بصيغة كمية، ولكنها تؤثر على رفع هذه الكلفة بشكل غير منظور ويمكن حصر هذه العوامل بما يلي:

- الكلف التي يتعرض لها المستهلك بنتيجة التصليح بعد فترة الضمان وما يترتب على ذلك من خسائر وقت العطل ونفقات نقل المنتوج.
- الكلف الناتجة عن عدم رضا المستهلك عن جودة المنتوج، الأمر الذي يترتب عليه خفض مستوى المبيعات لهذا المنتوج بالذات بشكل رئيس ولكافة

منتجات المنشأة بشكل جزئي لإتسام سمعة الجودة لنشاط المنشأة الإنتاجي بالضعف.

والشكل (3.12) يوضح مجموع تأثير هذه الكلف غير المباشرة على منحنى إجمالي كلف الجودة.



شكل (3.12) مجموع الكلف المباشرة وغير المباشرة

من الشكل (3.12) تبدو الحقائق الآتية:

1. أوطأ نقطة على منحنى مجموع الكلفتين المباشرة وغير المباشرة إنزاحت إلى اليمين بالمقارنة مع موقعها في الشكل (2.12)، الأمر الذي يشير بوضوح إلى انخفاض مستوى المبيعات بنتيجة أخذ الكلف غير المباشرة بعين الاعتبار لاحتساب إجمالي كلف الجودة.
2. الوقوف على العلاقة الكمية بين الكلف المباشرة وغير المباشرة من خلال المنحنى يساعد على إتخاذ الاجراءات لأحكام مراقبة أفضل على الكلف الغير مباشرة، وذلك لأن انخفاض مستوى الفشل الخارجي يقلل من هذه الكلف.

4.12 تقارير كلف الجودة Quality costs reporting:

من الثابت عملياً إن أعداد تقرير عن كل نوع من أنواع كلف الجودة المباشرة يستدعي:

- حصر العيوب لمختلف مراحل إنتاج الأجزاء والمجاميع والمنتج النهائي.
- التمييز بين الكلف الناشئة بسبب التصميم أو المكائن أو المواد الأولية أو العامل المنفذ للمسالك التكنولوجية المعدة للأغراض التصنيعية.

والخطوة التالية تتمثل بفرز ما تقدم على أنواع كلف الجودة المباشرة، فضلاً عن تحديد الكلف الخاصة بكل نوع وكما يلي:

1. كلف الوقاية وتتمثل بالنفقات الآتية:

- تخطيط الجودة وفحص العينات الأولى.
- حوافز تأكيد الجودة والمشاركة في أنشطة تطوير المنتجات والأعمال المختبرية.
- التدريب من أجل رفع مستوى ضبط الجودة.

- مراجعة التصاميم وتطوير برامج الفحص.
- تقويم المجهزين ودراسة مقدرة العملية.

والنموذج (1.12) يوضح أسلوب إعداد تقرير كلفة الوقاية.

2. كلف التقويم وتحتوي على المصروفات التالية:

- تفتيش المواد المشتراة والتفتيش النهائي.
- القياس والفحص أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية.
- المواد التالفة نتيجة فحوصات الجودة.
- المحافظة على أدوات القياس وأدامتها ومعايرتها.

والنموذج (2.12) يبين طريقة إعداد تقرير كلفة التقويم.

3. كلف الفشل الداخلي وتشتمل النفقات الآتية:

- التالف الغير قابل للمعالجة.
- إعادة العمل لتصليح التلف القابل للتصليح.
- عزل المنتجات المعيبة من خلال التفتيش بنسبة 100٪.

النموذج (3.12) يوضح أسلوب إعداد تقرير كلفة الفشل الداخلي.

4. كلف الفشل الخارجي وتتمثل بالمصاريف التالية:

- كلفة تصليح المنتجات المعيبة خلال فترة الضمان.
- كلفة إعادة المنتجات المباعة واستبدالها.
- كلفة تخفيض سعر البيع للمنتجات الغير مطابقة تمامًا للموصفات ولكنها تصلح للاستخدام ويقبل بها المستهلك.

النموذج (4.12) يبين طريقة إعداد تقرير كلفة الفشل الخارجي.

ومن الجدير بالإشارة بهذا الصدد ضرورة الوقوف على نسبة كلف الجودة من قيمة الإنتاج بغية مقارنتها بالنسب القياسية المتعارف عليها محليًا أو دوليًا واتخاذ الاجراءات التصحيحية الكفيلة لتقويمها. وهذا يستدعي، دون شك، إعداد استمارة خاصة لتنظيم هذه الفاعلية وتبسيط إجراءات الإحتساب فيها. وصممت الاستمارة (5.12) لهذا الغرض.

المنشأة:
القسم:

رقم الاستمارة:
الشهر:
السنة:

عناصر كلفة الوقاية	إدارة المنشأة ذات العلاقة						
	تأكيد الجودة	ضبط الجودة	الإنتاج	هندسة الإنتاج	التصميم	المشتريات	المجموع
-تخطيط الجودة وفحص العينات الأولى -حوافز تأكيد الجودة وتطوير المنتجات. -التدريب من أجل ضبط الجودة -مراجعة التصاميم وتطوير البرامج الفحص. -دراسة مقدرة العملية وتقويم المجهزين.							
المجموع الإجمالي (دينار)							

نموذج (1.12) كلفة الوقاية

المنشأة:	رقم الاستمارة:					
القسم:	الشهـــــــــر:					
	السنـــــــــة:					
عناصر كلفة التقييم	إدارة المنشأة ذات العلاقة					
	ضبط الجودة	الإنتاج	التصميم	هندسة الإنتاج	أدوات وفحص وتفتيش	المجموع
- تفتيش المواد المشتراه. - القياس والفحص أثناء العمليات. - التفتيش النهائي. - المـواد التالفـة نتيجـة الفحوصـات النوعية. - المحافظة على دقـة أدوات القيـاس ومعايرتها.						
المجمـــــــــــــــــوع الإجمالي (دينار)						

نموذج (2.12) كلفـــــة التقويم

اسم المنشـــأة:		رقم الاستمارة:												
القسم الخارجي:		الشهـــــــر:												
		السنـــــــة:												
اسم المنتوج أو الجزء	رقم المنتوج أو الجزء	الكمية المنتجة (قيمة)	الكمية المفحوصة	الوحدة	الكمية المعيبة (قيمة)	مسببات الفشل		نسبة التلف			قيمة المنتوج		كلفة وحدة المنتوج التالف (دينار)	كلفة إعادة العمل لوحدة المنتوج
						أ	ب	ج	د	هـ				

تفاصيل مسببات الفشل

أ

ب

ج

د

نموذج (3.12) كلفة الفشل الداخلي

المنشأة المنتجة:	اسم المتوج:		
ورشة الصيانة أو المنفذ التسويقي:	رقم المتوج:		
رقم النموذج:	تاريخ الإنتاج:		
الشهـــــــر:	تاريخ البيع:		
	تاريخ حصول الفشل:		
تفاصيل الفشل والشكوى:			
أنواع النفقات	**تصليح المنتجات المباعة خلال فترة الضمان**	**المنتجات المعادة والمستبدلة**	**تخفيض الأسعار**
كلفة كل نوع من النفقات			
مجموع الكلف (دينار)			
تأييد ورشة الصيانة أو المنفذ التسويقي	اسم وتوقيع المشتري:		

نموذج (4.12) كلفة الفشل الخارجي

عناصر كلف الجودة	الشهر أو السنة الحالية		الشهر أو السنة السابقة		الملاحظات
	دينار	٪من مجموع كلفة الجودة	دينار	٪من مجموع كلفة الجودة	
1.كلفة الوقاية: – تخطيط الجودة وحوافز تطويرها. – التدريب من أجل الجودة – تحسين برامج الفحص ودراسة مقدرة وتقويم المجهزين.					
مجموع كلف الوقاية					
2. كلف التقويم: – تفتيش المواد والمنتج النهائي وكلفة التلف بنتيجة فحوصات الجودة – القياس والفحص أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية. – المحافظة على أدوات القياس وإدامتها ومعايرتها.					
مجموع كلف التقويم					
3.كلف الفشل الداخلي – التلف. – إعادة العمل.					

عناصر كلف الجودة	الشهر أو السنة الحالية		الشهر أو السنةالسابقة		الملاحظات
	دينار	%من مجموع كلفة الجودة	دينار	%من مجموع كلفة الجودة	
- عزل المنتجات.					
مجموع كلف الفشل الداخلي					
4.كلفة الفشل الخارجي - تصليح المنتجات خلال فترة الضمان. - المنتجات المعادة والمستبدلة. - تخفيض الأسعار.					
مجموع كلف الفشل الخارجي.					
مجموع كلف الجودة.					
قيمة الإنتاج بسعر البيع.					
نسبة كلفة الجودة/ قيمة الإنتاج					

نموذج (5.12) مقارنة تكاليف الجودة المباشرة لفترتين زمنيتين

5.12 تقويم وتحليل البياناتEvaluation and analysis of data:

معروف لدى العاملين في نشاط حساب الكلف الصناعية، أن مهامهم الأساسية جمع البيانات الضرورية لحسابات الكلف ومن تم تحليلها بهدف تقويم النتائج المستنبطة. ومعلوم كذلك أن إدارة نظام كلف الجودة بالكفاية المستهدفة تستدعي تفاعل مثمر بين قسمي حسابات التكاليف وضبط الجودة داخل أي منشأة صناعية. والشكل (4.12) يوضح طبيعة التفاعل المطلوب من خلال حركة استمارات تقارير الفشل والعيوب.

الفعاليات التنفيذية	الإدارة المعدة للتقرير	إدارة ضبط الجودة	إدارة حسابات التكاليف	الحاسبة الإلكترونية	تخطيط ومتابعة الانتاج	القسم المسبب للتلف
القسم الذي يجد العيب يقوم بملء تقرير تلف بـ(3) نسخ بيضاء مثقبة زرقاء وصفراء	بيضاء مثقبة، زرقاء، صفراء					
يقوم القسم الذي يجد العيب بإرسال الاستمارة المثقبة والنسخة الزرقاء إلى قسم ضبط الجودة للتأييد		زرقاء، بيضاء مثقبة				
يرسل قسم ضبط الجودة البطاقة المثقبة إلى حسابات التكاليف لتسعيرها			بيضاء مثقبة			
يرسل قسم حسابات التكاليف البطاقة المثقبة إلى قسم معالجة البيانات لإدخالها في الحاسبة.				بيضاء مثقبة		
يرسل قسم معالجة البيانات كل شهر بعد معالجة البطاقات المثقبة إلى قسم ضبط الجودة		بيضاء مثقبة				
يرسل القسم الذي يجد العيب النسخة الصفراء إلى قسم التخطيط ومتابعة الإنتاج					صفراء	
يرسل قسم التخطيط ومتابعة الإنتاج البطاقة الصفراء إلى القسم الذي تسبب في حدوث العيوب.						صفراء

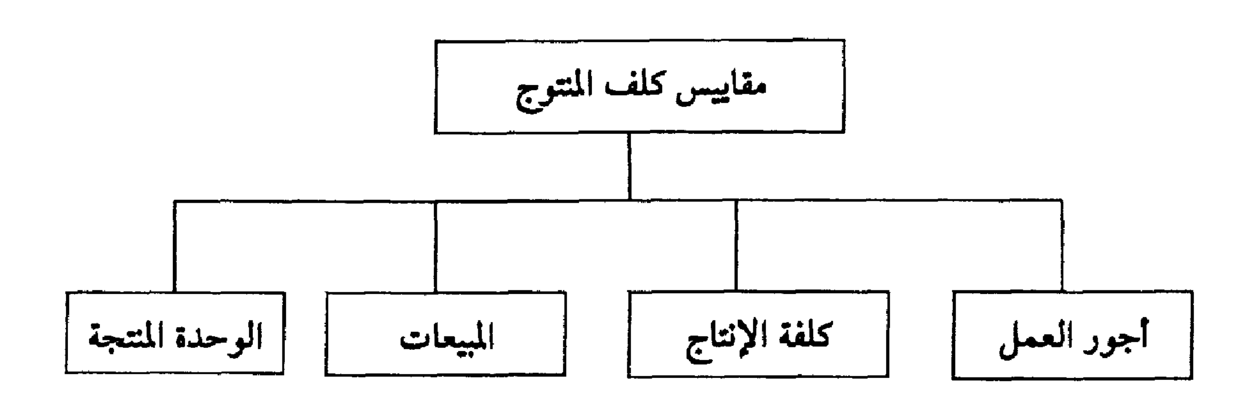
شكل (4.12) مخطط حركة نماذج استمارات تقرير الفشل

ومما يتوجب الإشارة إليه أن مستويات حساب كلف الجودة متعددة منها:

1. على مستوى قسم: يتم حساب كلف الجودة على مستوى القسم طبقاً للأرقام الرمزية المحددة لمختلف العيوب التي سببت الفشل الداخلي.
2. على مستوى عدة أقسام: حساب كلفة العيوب التي مصدرها أقسام متعددة يتم من خلال استمارة خاصة بعد حصر التلف والقسم المتسبب في حدوثه.
3. على مستوى خط إنتاجي: يتم حساب الكلفة لهذا المستوى بموجب استمارة تعد لهذا الغرض بعد تصنيف العيوب لمراكز الإنتاج المختلفة.

وجدير بالـذكر، أن التطبيقـات العمليـة لمسـتويات حسـابات كلـف الجـودة في المنشآت الصناعية تشير إلى أن المسـتوى الثالـث يسـاعد علـى تجميـع أكـبر قـدر مـن المعلومات والبيانات الضرورية لإجراء تحليل كلفة الجودة ومن تم تقويمها بعـد حصـر التلف في مواقع مخصصة وتنسيبه للأقسام الإنتاجية وتسجيله في الاستمارات الخاصـة بهذا الغرض وعلى أساس يومي أو أسبوعي أو شهري.

وقد أكدت التجارب في الدول المتقدمة صناعياً [18]، أن كلف الجـودة لاتمثـل بحد ذاتها معلومات كافية للتحليل والتقويم الدقيق إن لم تكن هنالك مقاييس لغـرض مقارنتها بها والشكل (5.12) يوضح المقاييس الواجبة الاعتماد لهذه الأغراض.



شكل (5.12) مقاييس المقارنة لكلف الجودة

أجور العمل Wages of Labor:

ومن البدهي أن المعلومات عن أجور العمل المباشرة متـوفرة علـى مسـتوى أي منشأة صناعية لضرورتها لجملة حسابات وبهذا يمكن بسـهولة حسـاب كلـف الجـودة لكل ساعة مباشرة ومقارنة ذلك بالمقياس المتعارف عليه للوقوف علـى مـدى تطابقـه. وتلجأ بعض المنشآت أحياناً إلى هذا الاحتساب بصيغة أخرى، حيث تقوم بإيجاد ذلك من خلال تقسيم القيمة النقدية لكلف الجودة على القيمة النقدية للأجور المباشرة.

كلفة الإنتاج Production costs:

الأسلوب الآخر للمقارنة هو كلف الجودة لكل وحدة نقدية من كلفة الإنتاج، مع وجوب الانتباه إلى أن تكاليف الإنتاج تتألف من كلفة المواد المباشرة وأجور العمل المباشرة والنفقات الإدارية.

المبيعات Sales:

مضمون هذا الأسلوب للمقارنة هو كلفة الجودة لكل وحدة نقد من المبيعات ويعتبر هذا المؤشر أداة قيمة لاتخاذ القرارات من قبل الإدارة العليا، لهذا يستخدم بشكل أوسع من غيره في حقل التصنيع.

الوحدة المنتجة product unit:

أسلوب المقارنة طبقاً لهذا القياس هو كلفة الجودة لكل وحدة منتجة. وتتسم نتائج هذه المقارنة بالدقة إذا كانت الخطوط الإنتاجية متشابهة.

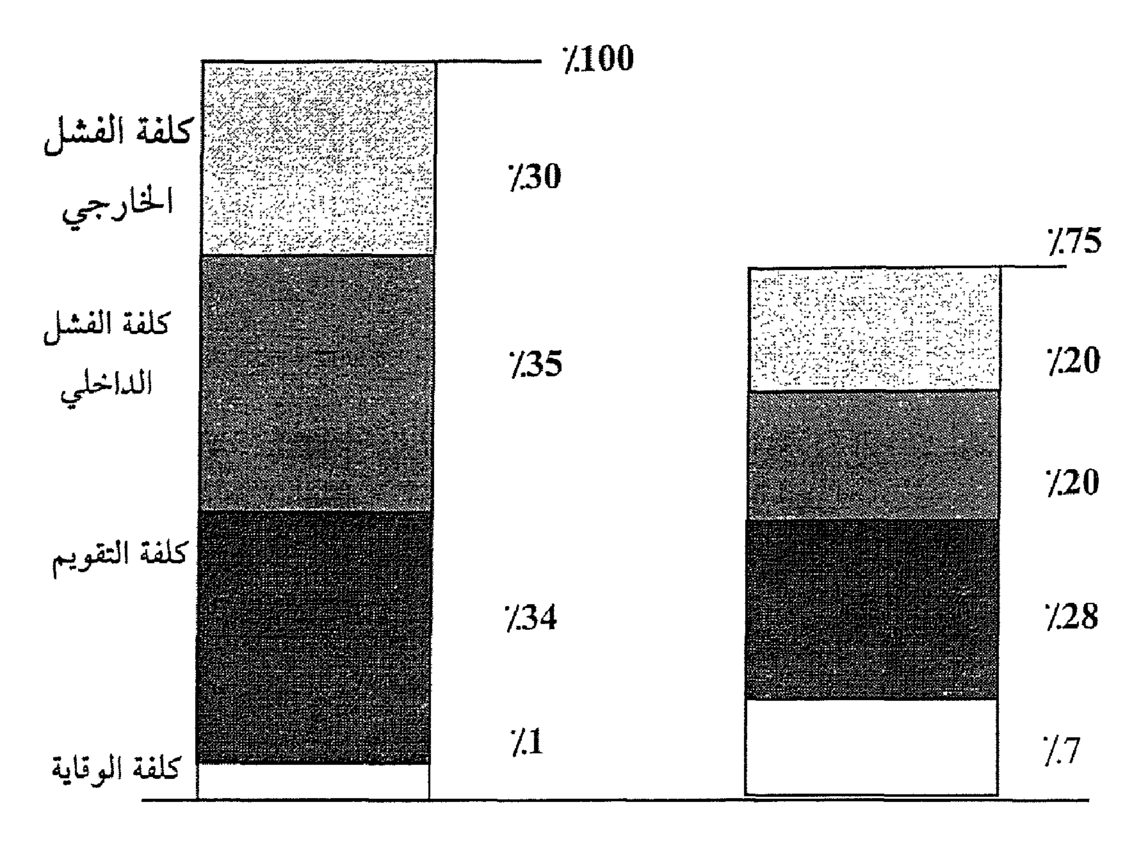
وبغية التوصل لنتائج متسمة بالدقة تلجأ المنتجات الصناعية لعدة طرق منها:

1. استخدام ثلاثة أنواع من المقاييس الواردة في الشكل (12-5) في وقت وآن واحد لاتخاذ القرار الأمثل بصدد التقويم.
2. اعتماد أسلوب مقارنة النتائج المستنبطة مع نفس النتائج في المنشآت المتماثلة وعلى أساس كلف الجودة لكل وحدة نقد من المبيعات، ومما ينبغي الإشارة إليه بصدد سلبيات هذا الأسلوب وجود اختلافات كبيرة بين مختلف المنشآت من حيث الدقة المطلوبة في منتجاتها المصنعة، الأمر الذي ينعكس يقيناً على كلفة الجودة فيها ويجعلها كنتيجة لذلك مختلفة فيما بينها. وكمثال على ذلك ما تضمنه الجدول (1.12) من معلومات، حيث تشكل الكلفة النوعية من 5-25٪ من قيمة المبيعات في الصناعات المعقدة ذات المعولية العالية في الوقت الذي لاتتجاوز 2٪ في الصناعات الميكانيكية البسيطة ذات التفاوتات الواسعة.

3. تحليل العلاقة المتبادلة بين عناصر كلف الجودة المباشرة الواردة في الجدول(2.12)، حيث أوضحت بعض الدراسات على أن 53٪ من الكلف تعود إلى الفشل الداخلي والخارجي و47٪ إلى مجموع كلفتي الوقاية والتقويم في الوقت الذي ينبغي أن تكون كلفة الوقاية والتقويم متساوية مع كلفة الفشل الداخلي والخارجي على الأقل ويفضل أن تكون أعلى [7]. وهذا ما يتوجب اعتماده، كأساس للمقارنة واتخاذ القرار لكي تبقى كلف الجودة بالمستوى المحدد لها.

4. إيجاد العلاقة المتبادلة بين عناصر الكلف المباشرة الوارد في الجدول (2.12) في فترات زمنية متباينة [7]. وكمثال على ذلك عند زيادة الاهتمام بفعاليات عنصر الوقاية من التلف فإن مجموع كلف الجودة سوف ينخفض والشكل (6.12) يوضح ذلك، حيث كانت كلفة الوقاية في إحدى المنشآت 1٪ من مجموع كلف الجودة وكلفة التقويم 34٪ وكلفة الفشل الداخلي 35٪ والخارجي 30٪. وبعد زيادة كلفة الوقاية إلى 7٪، فإن مجموع كلف الجودة انخفض بنسبة 25٪ وأصبحت الكلف لبقية العناصر كما يلي:

- 28٪ كلفة التقويم.
- 20٪ كلفة الفشل الداخلي.
- 20٪ كلفة الفشل الخارجي.



شكل (6.12) تأثيرزيادة كلفة الوقاية على خفض كلف الجودة

أسئلة وتمارين الفصل الثاني عشر

.1

أ. بين بالرسم تأثير الارتفاع بنشاطات التوعية بالجودة وتحسين الجودة على تكاليف الجودة.

ب. ما هي النسبة المئوية لكل عنصر من عناصر تكاليف الجودة المباشرة؟

2. ماهي الفقرات النموذجية التي تخص كلف التقويم من بين الخيارات التالية:

أ. مسح المجهزين.

ب. تخطيط الجودة وتقارير الجودة.

جـ. مراكز مراقبة سحب وإتلاف المواد.

د. تدقيق الجودة والتفتيش النهائي.

3. عند تحليل تكاليف الجودة التي تجمع المعلومات عنها في المرحلة الأولى من تأكيد إدارة جديد على ضبط الجودة والإجراءات التصحيحية كجزء من برنامج تحسين جودة المنتجات فمن المتوقع:

أ. زيادة في التكاليف الوقائية وخفض في تكاليف التقويم.

ب. زيادة في تكاليف التقويم وتغير صغير في تكاليف الوقاية.

جـ. انخفاض تكاليف الفشل الداخلي.

د. انخفاض تكاليف الجودة الإجمالية.

هـ. جميع هذه الحالات.

4. أحسن تصنيف لتكاليف الجودة هو:

أ. تكاليف التفتيش والفحص، تكاليف هندسة الجودة، تكاليف إدارة الجودة، وتكاليف معدات الجودة.

ب. تكاليف مباشرة وغير مباشرة وتكاليف إدارية.

جـ. تكاليف الوقاية وتكاليف التقويم وتكاليف الفشل.

د . التصنيف غير الضروري.

هـ. لا أحد من هذه النقاط.

5. يمكن أن تنسب تكاليف الجودة بموجب أسس مختلفة إلى أي من الفقرات التالية ما هو الأنسب:

أ. الأجور المباشرة للعمل.

ب. تكاليف التصنيع القياسية.

جـ. تكاليف العمليات.

د. المبيعات.

هـ. جميع ما تقدم.

6. عند تطبيق نظام تكاليف الجودة يمكن تشخيص الزيادة في التكاليف في أحد الحالات التالية:

أ. عندما تزيد كلفة التقويم عن تكاليف الفشل.

ب. عندما يزيد مجموع تكاليف الجودة عن 10٪ من المبيعات.

جـ. عندما تتساوى كلفتا التقويم والفشل.

د. عندما يزيد مجموع تكاليف الجودة عن 4٪ من تكاليف الصنع.

هـ. لا توجد قاعدة، يجب استخدام خبرة الإدارة.

7. عند تحليل بيانات التكاليف التالية:

10.000 دينار	تصميم معدات الجودة
150.000 دينار	الفشل الداخلي (التالف)
180.000 دينار	إعادة التفتيش والاختبار
45.000 دينار	خسارة تردي الخزين
4.000 دينار	مسح جودة المجهزين
40.000 دينار	التصليح

يمكن أن تستنتج من البيانات السابقة ما يلي:

أ. يجب تخفيض تكاليف الوقاية.

ب. يمكن تخفيض تكاليف الفشل الداخلي.

جـ. كلف الوقاية منخفضة جدًا نسبة إلى تكاليف الجودة الواردة.

د. يجب زيادة تكاليف التقويم.

هـ. لا يمكن أن يستنتج شيء.

8. النسبة المئوية للكلفة الكلية للجودة توزيع كما يلي:

الوقاية 12٪	التقويم 28٪
الفشل الداخلي 40٪	الفشل الخارجي 20٪

نستنتج من ذلك:

أ. يجب استثمار مبالغ أكبر في الوقاية.

ب. تكاليف الفشل زائدة عن الحدود.

جـ. كلفة التقويم ملاءمة تقريبًا.

د. لاشيء.

9. عند البحث عن مصادر الفشل الداخلي للمنتجات، أي من الاختيارات التالية يعتبر أفضل مصدر متوفر:

أ. الميزانية الجارية.

ب. التقارير الميدانية لمندوبي المبيعات.

جـ. وثائق كلف المواد وأجور العمال.

د. تقارير المنتجات المعادة من السوق.

هـ. طلبات أوامر الشراء.

الفصل الثالث عشر

الجودة بين المنتج والمستهلك
Quality between producer and consumer

الفصل الثالث عشر

الجودة بين المنتج والمستهلك

Quality between producer and consumer

1.13 مراحل تطور مفاهيم حماية المستهلكين.

2.13 المسئولية القانونية لسلامة المنتوج.

3.13 أساليب تقليل الأضرار الناجمة عناستعمال المنتوج.

كما هو معلوم، تقام من قبل المستهلكين في الدول الصناعية المتطورة أعداد قياسية من الدعاوي القضائية ضد الشركات المصنعة للمنتجات التي يتسبب من جراء استخدامها حوادث وإصابات للعاملين عليها، وكذلك الإضرار بالممتلكات بنتيجة خطأ في تصميم المنتوج أو خلل في طريقة تصنيعه. ومعروف كذلك أن قرارات الحكم تأتي على الأغلب لصالح المصاب أو الجهة المتضررة لأن قوانين حماية المستهلكين المعمول بها تتضمن بنوداً واضحة المعالم بما يخص المسئولية القانونية للجهة المنتجة تجاه أي مستهلك تضرر نتيجة لأي عيب في المنتوج.

من البدهي أن كلف البت في الدعاوي، أي المصاريف القضائية التي تتحملها المنشآت علاوة على نفقات تعويض الأضرار المادية للمصابين تشكل عبئاً مالياً مضافاً على كاهل المنشأة. وقد أكد الواقع العملي المعاش تحمل بعض المنتجين الكبار لهذه الكلف ولكنها تسببت في إعلان بعض صغار المنتجين لإفلاسهم [18]. وبناءً على ما تقدم يتعين الوقوف على طبيعة ومتطلبات جملة أمور في مقدمتها:

- العلاقة بين جودة المنتجات وسلامة المستهلك وسمعة الجودة للجهة المصنعة.
- مدى ضرورة العناية بجودة المنتجات لتقليل الكلفة الإجمالية للمنتجات وتحسين مؤشرات الأرباح على مستوى المنشأة المنتجة.
- طبيعة وشروط الالتزام بالمسئولية القانونية تجاه جودة المنتجات وحماية المستهلك من مختلف أنواع الأضرار الناجمة عن استخدام المنتوج.

1.13 مراحل تطور مفاهيم حماية المستهلكين Stages of the evolution of the concepts of the protection of consumers:

من مراجعة مختلف المصادر التي تناولت مسألة المسئولية القانونية لسلامة المنتجات وحماية المستهلكين يجد المتتبع عدم الاهتمام الجاد بهذا الموضع قبل سنة (1775)، أي قبل قيام الثورة الصناعية في دول غربي أوروبا باختراع البخار ودخوله

لمجال التصنيع من قبل العالم الإنكليزي جيمس واط، وذلك لأن أغلب المنتجات المصنعة قبل هذا التاريخ كانت يدوية وذات تصاميم بسيطة وتفتقر لأية نسبة تستحق الذكر من الأتمتة والممكنة بالمفهوم الحالي لهذين المصطلحين. ومن الطبيعي فإن تلك المنتجات كانت تتسم بنسبة عالية جداً من مستوى الأمان لدى استخدامها، ولهذا لم تسجل آنذاك أية دعاوي قضائية عن المسئولية القانونية التامة عن الأضرار الناجمة عن استعمال المنتجات.

وبعد قيام الثورة الصناعية تطورت نوعية المكائن والمعدات الإنتاجية بشكل سريع وكبير من حيث الطاقات الإنتاجية ومستوى الآلية وتنوعت التشكيلات السلعية وترتب على هذا التطور جملة أمور في مقدمتها:

- الانتشار الواسع للعمل الآلي وهذا بدوره أدى إلى تحسين جودة المنتجات وخفض أسعارها من جانب، ولكنه تسبب بنفس الوقت في ارتفاع نسب الحوادث والإصابات في جو العمل الصناعي وأثناء استخدام المنتوج من قبل المستهلك من جانب آخر.
- توسيع المصانع القائمة وإقامة مصانع بحجوم كبيرة، الأمر الذي استدعى ضرورة تغيير قوانين العمل والضمان والتعويضات بمختلف أنواعها.
- ظهور منافسة شديدة بين المصانع التي تنتج سلعاً متماثلة لغزو الأسواق على أساس السعر والجودة وفترة الضمان الأطول للمنتوج وسلامة العمل على المنتجات.

ومن البدهي أن ما تقدم من تطورات ومستجدات وزيادة نسب الحوادث والإصابات أثناء الإنتاج وعند استخدام المنتوج من قبل المستهلك، ولمواجهتها أو تقليلها لأدنى حد ممكن، تطلب الأمر تحديدات واضحة المعالم للمسئولية القانونية لحماية كل من المنتج والمستهلك وظهر بنتيجة ذلك بنهاية القرن الثامن عشر مفهومان لتحديد المسئولية وآلية البت في الدعاوي القضائية التي تخص المسئولية

القانونية عن المنتوج تمثل الأول بالشعار الذي نادى به العالم الاقتصادي الإنكليزي المشهور آدم سميث (Adam Smith) "ليحذر المستهلك" واعتمد مضمون هذا الشعار، الذي يتضح منه تحميل المسئولية على المستهلك، كجزء أساسي من القانون العام في بريطانيا، أما المفهوم الثاني فجاء بنتيجة القضية التي رفعها ونتروبوتوم (Winterbottom,V.W) على مالك سيارة نقل والمصنع الذي أنتجها لإصابته بأضرار أثناء انقلاب السيارة التي كان فيها بسبب عيب تصنيعي في إحدى عجلاتها، حيث نص قرار الحكم على:

- مالك السيارة غير مسئول قانوناً عن الضرر لأنه لا يعلم بأن العجلة معيبة.
- المصنع غير مسئول قانوناً عن ذلك لعدم وجود عقد قانوني بينه وبين المسافر المتضرر.

إن قرار المحكمة المشار إليه في أعلاه أكد على ضرورة وجود علاقة تعاقدية بين المنتج والطرف المتضرر لغرض تحميل المسئولية وما يترتب على ذلك من تعويضات. من هنا تأتي مفهوم العقود المشتركة (Privity Contracts) واعتمد كأساس للتعامل في الولايات المتحدة.

وفي سنة (1916) أدت القضية التي رفعها ماك بيرسن (Mac Pherson) على شركة بيوك للسيارات إلى نهاية العمل بمفهوم العقود المشتركة، حيث تسببت سيارة من صنع هذه الشركة بإحداث أضرار في ممتلكات صاحب الدعوى. وقد أصدرت المحكمة قراراً مفاده بأن الشركة المنتجة مسئولة قانوناً عن ذلك لوجود دليل واضح على الاهمال في تجميع السيارة وعلى الرغم من عدم وجود عقد مشترك بين الشركة والمتضرر [39].

وجدير بالإشارة أن المسئولية القانونية للمنتجين ازدادت وبشكل ملحوظ بعد تبني المنشآت المصنعة لفكرة منح فترة ضمان معينة على منتجاتها بغية النجاح في المنافسة وزيادة نسب المبيعات، والضمان، وكما هو معلوم، بنوعين أساسيين:

- الضمان الظاهر ويمثل جزءاً من شروط البيع، وذلك لقيام المستهلك بشراء المنتوج اعتماداً على قبول البائع للمنتوج من الجهة المصنعة.
- الضمان الباطن (الضمني) ويمثل أيضاً جزءاً من شروط البيع ولكن على أساس قانوني، حيث يفترض أن المنتوج الخارج من المنشأة المصنعة مطابق للمواصفات ومعول عليه.

وبناءً على ما تقدم اعتمد في النصف الأول من القرن الحالي مبدأ الاهمال أو خرق الضمان كأساس لرفع الدعاوي القانونية التي تخص المسئولية عن المنتوج ويقصد بالاهمال القصور في تصاميم المنتج أو طريقة تصنيعه أو تجميعه.

وفي الربع الثالث من القرن الحالي تبلورت الأفكار بنتيجة التجارب الميدانية والتطور الكبير للعلم والتكنولوجيا في المجالات الإنتاجية كافة إلى صياغة المسئولية القانونية عن المنتوج وحماية المستهلك بشكل قانون يسمى قانون الضرر، حيث قام المعهد القضائي الأمريكي سنة 1965 بصياغة القانون المشار إليه بتحديد واضح لتحميل الجهة المصنعة للمسئولية القانونية عن المنتوج لأنه أفاد بأن المنتج يرتكب جنحة في حالة قيامه ببيع منتوج معيب وهو مسئول قانوناً وبصورة تامة تجاه الأطراف المتضررة. أما الربع الأخير من القرن الحالي فشهد تطوراً كبيراً بهذا الاتجاه وعلى مستوى أقطار العالم كافة، حيث أصدرت الجمعية العامة للأمم المتحدة بتاريخ 1985.4.9 قرارها المرقم 39/ 248 بغية إثبات حق المستهلكين في الحصول على منتجات آمنة وتحقيق العدالة في التطور الاقتصادي المتساوي وإزالة ما يجابهون من عدم توازن للنواحي الاقتصادية نتيجة لتباين المستويات الثقافية وقوة المساومة عند الشراء وتهدف الخطوط العامة لحماية المستهلك طبقاً للقرار إلى:

- مساعدة الدول في الوصول والمحافظة على حماية كافية لشعوبها كمستهلكين.
- تيسير أشكال الإنتاج والتوزيع التي تتجاوب مع حاجات ورغبات المستهلكين.

- تشجيع مستويات عالية من السلوك الأخلاقي لجميع من له علاقة بإنتاج وتوزيع السلع والخدمات للمستهلكين.
- مساعدة الدول في كبح الأساليب التجارية المؤذية من قبل جميع المنشآت في المستويات المحلية والدولية والتي تؤثر سلباً على المستهلكين.
- تسهيل تكوين جمعيات حماية المستهلكين المستقلة.
- تشجيع إيجاد ظروف الأسواق التي توفر للمستهلكين اختياراً أكبر وبأسعار مناسبة.

وتضمن القرار وبشكل موجز على:

- مبادئ أساسية.
- خطوط عامة لحماية المستهلكين.
- تعزيز وحماية مصالح المستهلكين الاقتصادية.
- مواصفات سلامة وجودة المنتجات الاستهلاكية.
- تسهيلات التوزيع للبضائع الاستهلاكية الأساسية والخدمات.
- إجراءات تمكين المستهلكين من الحصول على تعويض.
- برنامج التثقيف والمعلومات.
- التعاون الدولي.

مبادئ أساسية Basic principles:

ينبغي تطوير وتقوية وتثبيت سياسة لحماية المستهلكين تأخذ بالحسبان الخطوط العامة التي سترد بعد وضع أولويات تتفق مع الظروف الاجتماعية والاقتصادية وحاجة السكان في القطر والحاجات المشروعة التي تسعى الخطوط العامة لمواجهتها هي:

- حماية المستهلكين من مصادر الخطر على صحتهم وسلامتهم.
- تعزيز وحماية المصالح الاقتصادية للمستهلكين.

- حصول المستهلكين على معلومات كافية تمكنهم من الاختيار الواضح بموجب رغبات وحاجة الفرد الخاصة.
- تثقيف المستهلكين.
- تشكيل جمعيات المستهلكين وإعطاؤها الفرصة في عرض وجهات نظرهم عند وضع القرارات التي تؤثر عليهم.

ولهذا الغرض يفضل توفير وإدامة هياكل ارتكازية مناسبة لتطوير وتطبيق ومراقبة سياسات حماية المستهلكين وإعطاء عناية خاصة للتأكد بأن معايير حماية المستهلكين تنفذ لفائدة كافة قطاعات السكان وبصورة خاصة سكان الريف. وينبغي أن تخضع جميع المنشآت للقوانين والتعليمات التي تصدرها السلطات المختصة والاشتراطات ذات العلاقة مع المواصفات الدولية التي وافقت عليها السلطات في القطر مع الأخذ بالاعتبار الدور الإيجابي الكامن للجامعات والمنشآت الخاصة بالبحوث عند تطوير سياسات حماية المستهلكين.

خطوط عامة لحماية المستهلكين:General lines to protect consumers

تطبق الخطوط العامة لكل من المنتجات والخدمات المحلية والمستوردة مع إعطاء الاهتمام الكافي للتأكد من عدم تشكيلها عائقاً للتجارة الدولية وكما يلي:

1. تطبيق وتشجيع المعايير الملاءمة بما فيها الأنظمة القانونية. تعليمات السلامة والمواصفات القطرية والدولية. المواصفات الاختيارية وإدامة سجلات السلامة للتأكد من كون المنتجات آمنة للغرض المخصصة له والاستعمال المنظور اعتيادياً.
2. ينبغي أن تتكفل السياسات الموضوعة بأن المنتجات آمنة للغرض الذي أنتجت من أجله والاستعمال المنظور وعلى جميع ذوي العلاقة بتوفير البضائع للأسواق من مجهزين ومصدرين ومستوردين وموزعين أن يتكفلوا بأن المنتجات التي بعهدتهم لن تكون غير آمنة من خلال المناولة أو الخزن غير الملائمين وإعطاء التعليمات إلى المستهلكين عن طرق الاستخدام المقررة وما تتضمنه من مخاطر في الاستخدام

المقصود أو الممكن وإحاطة المستهلك بالمعلومات الحيوية الخاصة بالسلامة بواسطة علامات ورموز متعارفة دولياً حيثما أمكن.

3. أن تكفل السياسات الموضوعة بأن يقوم المنتج أو الموزع بإشعار السلطات المختصة والجمهور إن كان ملائماً وبدن تأخير عندما ينتبه إلى مصدر خطأ غير منظور بعد وصول المنتجات إلى السوق. وعندما يكتشف بأن المنتوج معيب بشكل جدي أو يحتوي على مصدر خطأ جوهري فإن على المنتج أو الموزع سحبه لغرض تحويره أو التعويض عنه بمنتوج بديل أو تعويض المستهلك بصورة مناسبة.

تعزيز وحماية مصالح المستهلكين الاقتصادية Promotion and protection of consumers' economic interests

ينبغي العمل على تمكين المستهلكين من الحصول على الفائدة المثلى من مواردهم الاقتصادية وذلك بالسعي إلى الأهداف المتمثلة بالإنتاج الجيد ومواصفات الأداء المرضية وطرق التوزيع المناسبة وأن تكون عملية التسويق معززة بالمعلومات مع توفير حماية فعالة ضد الممارسات التي تؤثر سلباً على المصالح الاقتصادية للمستهلكين وتشديد الجهود لمنع مثل هذه الممارسات من خلال ضمان مراعاة المنتجين والمستوردين والموزعين للسلع والخدمات للقوانين المقررة والمواصفات الإلزامية مع تشجيع جمعيات حماية المستهلكين على مراقبة الممارسات العكسية مثل غش الأغذية والادعاءات المضللة والخداع المستخدم في الأسواق والخدمات وأن يتم توضيح مسئوليات المنتجين في ضمان مواجهة منتجاتهم لمتطلبات المتانة والمعولية وقابلية الاستخدام وأن تكون ملاءمة للأغراض المقصودة منها وعلى البائع أن يراعي توفير هذه المتطلبات.

تتمثل إحدى الوسائل الفعالة في توفير منافسة منصفة وفعالة لغرض تزويد المستهلكين بأكبر مدى من الاختيار من بين المنتجات والخدمات المتاحة بأقل كلفة وأن يتم ضمان توفير الأدوات الاحتياطية وخدمات ما بعد البيع المعتمدة والمناسبة وملاحظة الأذى الناتج عن العقود التي تستثنى حقوقاً أساسية وأن تتعزز ممارسات

التسويق والبيع بمبادئ المعاملة المنصفة للمستهلكين ومتطلبات القانون مما يتطلب تعزيز المعلومات الضرورية التي تمكن المستهلك من اتخاذ قرار مستنير، وذلك يتطلب تشجيع كافة المعنيين للمشاركة في التدفق الحر للمعلومات الدقيقة في كل ما له علاقة بالمنتجات الاستهلاكية وتشجيع رجال الأعمال بالتعاون مع جمعيات المستهلكين على صياغة وتطبيق اشتراطات التسويق وممارسات الأعمال وإقامة الاتفاقيات الاختيارية والإعلان عنها.

مواصفات من أجل سلامة جودة المنتجات الاستهلاكية والخدمات Specifications for the safety of the quality of consumer products and services:

ينبغي صياغة وتعزيز وإعداد وتطبيق المواصفات الاختيارية وغيرها على المستويات القطرية والدولية من أجل سلامة وجودة المنتجات والخدمات والإعلان عنها بصورة مناسبة ومراجعة هذه المواصفات من وقت لآخر لضمان مطابقتها قدر الإمكان للمواصفات الدولية المقبولة وعندما تكون المواصفة المطبقة لظروف اقتصادية أدنى من المواصفة الدولية المقبولة عموماً ينبغي بذل كل جهد لرفع مستواها بأسرع ما يمكن.

تسهيلات التوزيع للبضائع الاستهلاكية الأساسية والخدمات Distribution facilities for essential consumer goods and services:

من الضروري تبني وإدامة سياسات تضمن توزيعاً كفؤاً للبضائع والخدمات للمستهلكين والأخذ بالاعتبار الظروف الصعبة للتوزيع في المناطق الريفية خاصة مما يتطلب المساعدة على إيجاد مخازن ومنافذ توزيع مناسبة في المراكز الزراعية مع محفزات لمساعدة المستهلك ذاتياً وتشجيع إقامة تعاونيات استهلاكية ونشاطات تجارية تتوفر عنها معلومات وخاصة في المناطق الريفية.

إجراءات تمكين المستهلكين من الحصول على تعويض Actions enable consumers to obtain compensation:

ينبغي إقامة وإدامة معايير قانونية وإدارية لتمكين المستهلكين أو المنظمات ذات

العلاقة من الحصول على التعويض من خلال إجراءات رسمية أو غير رسمية سريعة، عادلة، غير مكلفة وفعالة وأن تأخذ هذه الطرق بالاعتبار الخاص حاجة المستهلكين ذوي الدخل الواطئ وتشجيع المنشآت على حل خلافاتها مع المستهلكين بطرق تراض عادلة سريعة وإقامة طرق اختيارية بما في ذلك خدمات تقديم النصح وطرق غير رسمية لقبول الشكاوي وتقديم المساعدة للمستهلكين وتوفير المعلومات الخاصة بطرق التعويض وحل المشاكل مع المستهلكين.

برامج التثقيف والمعلومات:Education programs and information

من المهم تشجيع وتطوير برامج عامة لتثقيف المستهلكين وإعطائهم المعلومات مع الأخذ بنظر الاعتبار ثقافة وعادات الناس المعنيين والهدف من هذه البرامج تمكين المواطنين من التصرف كمستهلكين قادرين على التمييز والوصول إلى اختيار مبني على المعلومات للسلع والخدمات وأعين حقوقهم ومسئولياتهم والتركيز على المستهلكين في الريف.

وأن يكون تعليم المستهلك جزءًا مكملاً من المناهج الأساسية لنظام التعليم وأن تغطي برامج تثقيف وإعلام المستهلك نواحي مهمة مثل:

- الصحة، التغذية، الوقاية من الأمراض الناتجة عن الغذاء وغش الغذاء.
- مخاطر المنتوج.
- وضع العلامات على المنتوج.
- النواحي القانونية المختصة بكيفية الحصول على التعويض وجمعيات حماية المستهلكين.
- معلومات عن الموازين، المكاييل، الأسعار، الجودة، شروط الاقتراض وتوفر الضروريات الأساسية.
- التلوث وحماية البيئة.

ومن الملائم أن تقوم جمعيات حماية المستهلكين تولي برامج تعليمية تثقيفية لفائدة ذوي الدخل المحدود في المناطق الريفية والمدن كما ويمكن استعمال وسائل الاتصال الجماهيرية من قبل الجهات الرسمية لهذا الغرض.

التعاون الدولي International Cooperation:

من المفيد أن يتم في سياق المنظمات الإقليمية تطوير ومراجعة وإدامة وتعزيز آلية تبادل المعلومات حول السياسات القطرية والمعايير في حقل المستهلكين وتشجيع التعاون في تطبيق سياسات حماية المستهلكين للحصول على نتائج أكبر من نفس الموارد الحالية مثل إقامة أو استخدام وسائل الفحص، طرق فحص مشتركة، تبادل المعلومات (برامج التعليم) والتدريب وتطويرها بصورة مشتركة والتعاون لتحسين شروط عرض السلع الأساسية على المستهلكين بإعطاء عناية خاصة للسعر والجودة كما ويمكن أن يشتمل التعاون على الشراء المشترك للسلع الأساسية وتبادل المعلومات حول إمكانية الشراء المختلفة واتفاقيات إقليمية تخص المواصفات.

وينبغي تطوير وتقوية أواصر المعلومات المتعلقة بالمنتوجات التي منعت وسحبت وتم تحديدها بشدة لغرض تمكين الأقطار المستوردة الأخرى حماية نفسها بصورة مناسبة تجاه التأثيرات المضرة لمثل هذه المنتجات والعمل على ضمان عدم تبدل المنتجات والمعلومات المتعلقة بها من قطر لآخر بطريقة لها تأثير ضار على المستهلكين.

2.13 المسئولية القانونية لسلامة المنتوج Legal responsibility for the safety of the product:

إن التطورات التكنولوجية السريعة التي شهدها عالم التصنيع والتنوع الكبير بالتشكيلات السلعية وبالأخص في الستينات وأوائل السبعينات وما ترتب على ذلك من حوادث وإصابات وأمراض مهنية متعددة وأضرار مختلفة بالممتلكات والبيئة بسبب اهمال أو انتهاك متطلبات سلامة المنتجات استدعى إعادة النظر بالتشريعات القانونية بما تضمن تحقيق الأهداف الأساسية الآتية [39]:

- وضع مواصفات سلامة متجانسة مع طبيعة استخدامات المنتجات والعمل على تطويرها باستمرار.
- مساعدة المستهلكين على إتباع الطرق الصحيحة لاستخدام المنتجات والالتزام بالمواعيد المحددة لإدامتها وصيانتها فضلاً عن أسلوب تقويم السلامة النسبية لها من خلال تزويدهم بمختلف الوثائق التكنولوجية المتسمة بسهولة الفهم والاستيعاب والتطبيق.
- تشجيع الدراسات والبحوث الميدانية في مجال مسببات الحوادث والإصابات والأضرار المتأتية بنتيجة استخدام المنتجات وطرق الوقاية منها وتطوير التصاميم الهندسية وتعليمات التشغيل في ضوء ذلك.

وجدير بالذكر قيام الولايات المتحدة الأمريكية سنة 1972 بتشريع قانون سلامة المنتجات الاستهلاكية (CPSA)(Consumer Product Safety Act) بهدف أساسي تمثل بمنع وصول المنتجات المعيبة إلى المستهلك، ومن المناسب والمفيد بهذا الصدد الاستفادة من تجارب الغير بالتعرف على آلية تنفيذ هذا التشريع الممكن تلخيصها بالنقاط الآتية:

1. تشكيل لجنة من خمسة متخصصين من قبل رئيس الدائرة المعنية في وزارة العدل تخول صلاحية وضع مواصفات سلامة المنتوج بالعلاقة مع الأداء وكذلك مواصفات التغليف ومنح العلامات. وعليها مراقبة دقة تنفيذ التعليمات والتشريعات ذات العلاقة بالسلامة. وفي حالة تشخيصها لمنتوج وشيك الخطر، أي المنتوج الذي يمثل خطراً وشيكاً غير مقبول كالأمراض الشديدة أو الموت أو أضرار فردية متنوعة فإنها تقوم باتخاذ جملة إجراءات طبقاً لطبيعة ونوع الخطر وكما يلي:
   - إشعار المستهلكين للمنتوج بنوع العيب الموجود فيه وطريقة إصلاح العيب.
   - أو سحب المنتوج تمهيداً لاستبداله.

- أو تعويض المستهلكين بسعر شراء المنتوج.

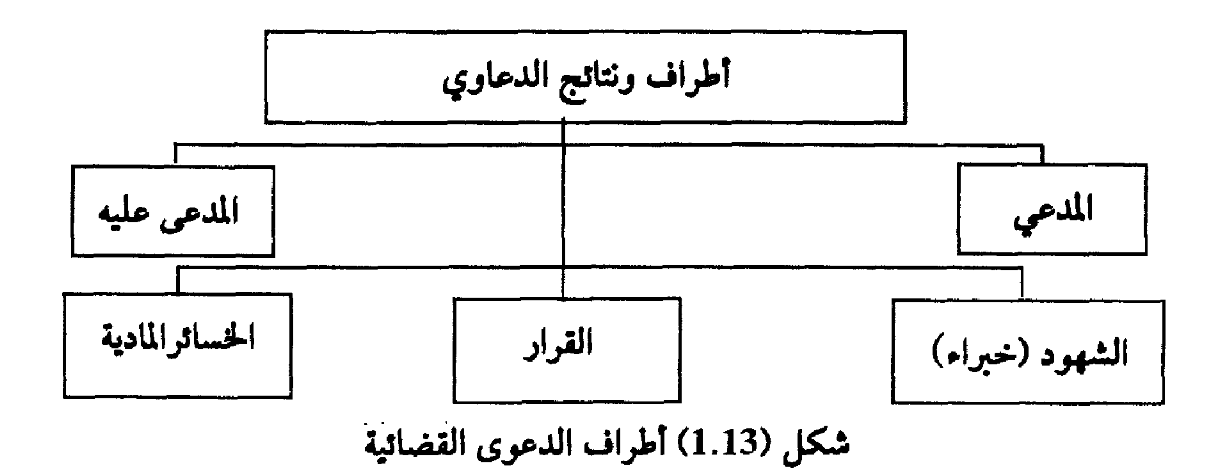
وجدير بالذكر أن المخالف لما تقدم من مواصفات وتعليمات قانون (CPSA) يعرض نفسه لغرامة لا تتجاوز (2000) دولار لكل حالة، أما المخالف عن عمد فتكون غرامته (50000) دولار أو السجن لمدة لا تزيد عن سنة أو كليهما.

2. تحديد أنواع الدعاوي القانونية. حدد القانون نوعين من الدعاوي يتمثل الأول بالعقود، أي بوجود اتفاق موثق في محكمة بين جهتين أو أكثر. وجدير بالإشارة اعتبار الضمان الظاهر والباطن صيغة من صيغ عقود البيع لهذا الغرض. أما النوع الثاني من الدعاوي فهو الإضرار ويقصد بها أذى مدني ارتكبه شخص بانتهاك حقوقه الخاصة وتسبب عنه أضرار شخصية أو إتلاف للممتلكات.

ومن مضمون النوع الثاني يتضح اعتماد مبدأ الدرجات المختلفة للمسئولية القانونية التامة عن الضرر، مما يعني أن على الشخص المتضرر فقط أن يثبت أن المنتوج بسبب عيب في تصميمه أو طريقة تصنيعه تسبب في الضرر وليس الجهة المصنعة للمنتوج. وهذا يعني أيضاً المساهمة في الاهمال وكنتيجة لذلك المسئولية المترتبة على ذلك في حالة إثبات اهمال المتضرر عند استخدامه للمنتوج على أساس درجة الاهمال أو خطأ الطرفين.

ينبغي التنويه بهذا الصدد إلى سن تشريع جديد مفاده افتراض المنتوج الذي لا يؤدي إلى ضرر شخصي لمدة (5) سنوات من تاريخ استخدامه خالٍ من العيوب ما لم يبرهن المتضرر عكس ذلك ويتحمل عبء إثباته.

3. أطراف ومتطلبات إقامة الدعاوي: الشكل (1.13) يوضح أطراف ونتائج إقامة الدعاوي



شكل (1.13) أطراف الدعوى القضائية

المدعي Prosecutor:

من البدهي إن الهدف من إقامة دعوى من قبل مستهلك لمنتوج معين هو طلب تعويض مادي لضرر أصابه شخصيًا أو أصاب ممتلكاته أو كليهما بسبب وجود عيب في تصميم أو طريقة تصنيع المنتوج وأحيانًا بسبب خرق شروط الضمان. ويسمى المستهلك المشتكي بلغة القانون بالمدعي وطبقًا لمبدأ المسئولية القانونية الشاملة، على المشتكي أن يثبت:

- إن العيب في المنتوج كان موجودًا عندما تغيرت ملكيته.
- إن الضرر جاء بسبب العيب في المنتوج وليس بنتيجة الاهمال أو القصور في استخدام المنتوج.

ولكن أثبت الواقع العملي صعوبة إثبات المدعي بأن المنتوج كان معيباً عند تغير ملكيته من المنتج إلى المستهلك، لهذا يتم اللجوء إلى شهادة خبير لتأكيد ذلك من عدمه. كما أثبت الواقع كذلك صعوبة إثبات إن العيب في المنتوج كان السبب الرئيس للضرر. لهذا يكتفي على الأغلب بالطلب من المتضرر إثبات إن العيب كان السبب المباشر للضرر. وهذا المصطلح، أي السبب المباشر يعني بلغة القانون عدم تأكيد مطلق إن العيب هو السبب الوحيد للضرر ولكن يمكن أن يكون سببًا مشاركاً له.

المدعى عليه Defendant:

من الواضح أن المنتج هو المدعى عليه. ومن الطبيعي يحاول المنتج وبمختلف الأساليب أن يثبت أن المنتوج كان خالياً من العيوب أثناء تسليمه للمستهلك والمسئول عن الضرر هو المدعي بسبب سوء استخدامه للمنتوج أو القصور عن إدامته وصيانته وغير ذلك من البراهين المقنعة لهيئة المحكمة. ويقوم المدعى عليه لتأكيد تبريراته بإبراز نتائج الاختبارات النوعية وتفتيش القبول بالعينات المبنية على أساس المواصفات القياسية المعتمدة لكي تقتنع المحكمة بتكامل نوعية إنتاجه لمواصفات الجهات الحكومية.

الشهود Witnesses:

من الثابت عملياً استعانة كل من المدعي والمدعى عليه بالشهود لإثبات صحة دعواه والشاهد في مثل هذه الدعاوى هو خبير فني تختاره المحكمة من جهة مستقلة لاستبعاد التحيز بإبداء الرأي. ومن المتطلبات الواجبة التوفير في مثل هؤلاء الخبراء:

- الكفاية الفنية المتمثلة بشهادات الخبرة الموثقة، الدرجة العلمية، عضوية الجمعيات المهنية وأحياناً البحوث والدراسات المنشورة.
- أن يكون السجل الشخصي للخبير خالياً من حالات التحيز.
- إمكانيته على إيصال أرائه الفنية للمحكمة بلغة مبسطة ومفهومة وبطريقة مقنعة.

وجدير بالذكر ضرورة إحكام عملية التعاون بين الخبير الفني ومحامي الدفاع من خلال توضيح الجوانب الفنية التي هي بصالح أو لغير صالح المدعي لكي يتمكن من رسم خطة الدعوى القضائية بالشكل والصيغ التي تحقق إظهار الحقيقة كما هي.

القرار Decision:

بعد استماع المحكمة لأقوال كل من المدعي والمدعى عليه والشهود تصدر حكماً إما ببراءة المدعى عليه أو تعويض المتضرر. وجدير بالذكر أن الواقع العملي يشير إلى

لجوء الأطراف المتنازعة قبل وأثناء المحاكمة، لتسوية الموضوع رضائياً كحل وسط يرضي الجانبين وذلك لسببين وهما:

1. ليس من مصلحة المدعى عليه خسارة الدعوى لأن ذلك يعني عملياً نجاح أي دعوى مستقبلية ضد نفس المنتوج. فضلاً عما تسبب خسارة الدعوى من ضرر معنوي بالسمعة النوعية للشركة المنتجة.
2. ليس من مصلحة المدعي عدم الموافقة على التسوية الرضائية وذلك لصعوبة التنبؤ بنتيجة المحاكمة من جانب واستدعاء الإجراءات القضائية لفترة طويلة من الزمن من جانب آخر.

الخسائر المادية Material losses:

من الثابت عملياً ليس من صالح أي منشأة منتجة إقامة الدعوى عليها، وذلك لأنها حتى في حالة كسبها للدعوى تتحمل مصاريف متنوعة مثل:

- أجرة المحاماة.
- أتعاب الخبير الفني.
- كلفة حضور ممثل المنشأة لجلسات المحكمة.
- كلفة الدراسات لاستقصاء حقائق مضافة لطرحها في المحكمة.

لهذا تعمل الجهات المنتجة، وبكل الوسائل الممكنة، على تحسين جودة منتجاتها من جانب اللجوء إلى التسويات الرضائية من جانب آخر لاستبعاد إقامة الدعاوى عليها وذلك لأن هنالك نفقات أخر مباشرة وغير مباشرة ينبغي عليها تحملها في حالة خسارة الدعوى، إضافة لما تقدم من كلف وهي:

- كلفة تعويض المتضرر.
- كلفة استبدال المنتوج أو إصلاحه.
- كلفة إيقاف أو تأخير الإنتاج الذي ظهر فيه العيب قيد الدعوى.

- زيادة نفقات التأمين عن المسئولية القانونية لمثل هذه المنتجات.
- كلفة الضرر بالسمعة النوعية للمنشأة من خلال خفض نسبة المبيعات نتيجة لعدم رضا المستهلك.
- زيادة كلف الجودة المترتبة على ممارسة الوقاية الإضافية لمنع المعيب.

3.13 أساليب تقليل الأضرار الناجمة عن استعمال المنتوج Methods of reducing the damage caused by the use of the product:

الخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة في مجال الجودة بين المنتج والمستهلك تشير إلى وجود إمكانية تطبيق جملة إجراءات من قبل الجهة المنتجة لحماية نفسها تجاه أخطار إقامة الدعاوي عليها أو تخفيضها إلى أدنى حد ممكن في مقدمتها:

1. الوقاية Prevention:

ويقصد بالوقاية اعتماد برنامج فاعل للوقاية من المسئولية القانونية عن المنتوج بالسيطرة المتكاملة على نوعية المنتجات وأساليب التفتيش النوعي طبقاً لأهمية المنتوج ومواصفاته والمؤهلات المطلوبة لإنتاجه وبموجب تنظيم محكم محدد فيه بوضوح تام المسئوليات والصلاحيات الضرورية لتحقيق هذه المسئوليات بصيغة متماسكة.

2. الجودة والتدريب Quality & Training:

ويعنى بها توعية العاملين كافة على أهمية سلامة المنتوج من خلال تبيان حجم الخسائر المادية والمعنوية المترتبة على إقامة الدعاوي على المنشأة المنتجة بسبب وجود عيوب تصميمية أو تصنيعية في منتجاتها المباعة. وأكدت التجارب على أن الجودة حجز الزاوية في إنجاح تطبيق برامج الوقاية المشار إليه في (1) أعلاه. علاوة على تنظيم دورات تدريبية بصيغة برامج تعليم مستمر للعاملين كافة ودورات تخصصية للعاملين

الجدد المنقولين من منشآت أخرى. ومن العوامل التي تساعد على رفع مستوى الجودة والتدريب نشر:

- المعلومات الراجعة بنتيجة تدقيق جودة المنتجات عند إجراء أي تغيير في تصاميمها.
- المعلومات عن التغيرات الحاصلة في قوانين حماية المستهلكين أولاً بأول.
- نتائج الدعاوي القضائية المتعلقة بسلامة المنتوج.

3. مراجعة التصميم الجديد New design review:

من البدهي أن احتمال إقامة الدعاوي على سلامة المنتجات الجديدة التي ستدخل السوق لأول مرة هو اكبر بكثير بالمقارنة مع المنتجات القائمة التي مضى على إنتاجها وتسويقها فترة طويلة من الزمن. وبغية التقليل من حجم هذا الاحتمال يتعين القيام بمراجعة سلامة المنتوج عند استخدامه من قبل المستهلك بشكل مشدد، ومراجعة الوظيفة والكلفة بشكل اعتيادي، بدءًا بالوصف الموثق من قبل المصمم عن المنتوج والذي يستوجب أن يتضمن:

- الاستخدام المزمع للمنتوج والعمر المتوقع له.
- طبيعة ونوع حالات الفشل المتوقعة.
- معالم التصميم المحددة ومحيط بيئة الاستخدام المطلوبة.
- اختبارات التطوير ومعايير القبول للمنتوج النهائي.

إضافة إلى ما تقدم يقوم فريق المراجعة الذي يشكل لهذا الغرض بتقويم مدى مطابقة المنتوج للمواصفات الحكومية والصناعية القائمة والمتوقعة من وجهة نظر متطلبات المستهلك والأسلوب الصحيح والمتوقع لاستخدام المنتوج من قبله حيث تجري اختبارات حول كيفية استخدام المنتوج من قبل المستهلك بهدف التنبؤ بحالات سوء الاستخدام في ضوء القدرات الجسمية والنفسية المتباينة للمستهلكين، علاوة على تبيان درجة استيعابهم لتعليمات التشغيل والحرص على المنتوج. وجدير بالذكر

وجوب ممارسة هذه المراجعة على المنتجات القائمة عند إجراء أي تغيير في تصاميمها أو استخدام مواد جديدة في تصنيعها.

ومما ينبغي التنويه إليه بهذا الصدد أيضاً، أن التجارب تشير إلى صعوبة تصميم منتوج يتسم باحتمال أمان عال جداً لدى استخدامه بالصيغ الاقتصادية المستهدفة. لهذا يلجا المصممون إلى إحاطة المناطق الغير آمنة بدروع أو واقيات مناسبة، إضافة إلى تزويد المنتوج بوسائل تحذير متنوعة طبقاً لطبيعة المخاطر وشدتها.

4. مراجعة وتدقيق الإنتاج النمطي

Review and audit standard production:

كما هو معروف تتم مراجعة التصميم الجديد عادة على النموذج الأولي. وقد أثبتت الوقائع أن هذه المراجعة غير كافية للوقوف على تشخيص النواقص والعيوب بشكل متكامل بالنسبة للمنتجات ذات الخواص الخطيرة لهذا ينبغي إجراء مراجعة لاحقة للوحدات الأولى من الإنتاج النمطي لمثل هذه الأنواع من المنتجات لتخفيض أخطار التعرض للمسئولية القانونية لأدني حد ممكن. ولتحقيق ذلك يتعين تقويم خطط الإنتاج للتأكد من دقة:

- الأدوات والتراتيب والمثبتات.
- معدات الإنتاج والاختبار ومناولة المواد.
- نظام تفتيش الجودة وخطط أخذ العينات.
- التغليف الشحن.
- تعليمات التشغيل.
- علامات التحذير.

ولتوسيع مجال التدقيق الدوري للإنتاج ليشمل معالم سلامة المنتوج ينبغي تنفيذ التدقيق على:

- المنتجات المصنعة حديثاً.
- منتجات من قنوات التوزيع.
- نماذج من منتجات تم استخدامها من قبل المستهلك لفترة طويلة من الزمن.

5. تحليل شكاوي التعويض وتحديث أدلة المنتوج

Analysis of complaints compensation and update product guides:

من المعلوم تمثل الشكوى أو طلب التعويض مصدراً رئيساً من مصادر جمع المعلومات عن كفاية أداء المنتوج. وإجراء تحليل متفحص لهذه المعلومات يساعد الجهة المصنعة على التوصل للإجراءات التصحيحية الواجبة الاعتماد لتخفيض حالات التعرض للأذى الجسدي أو الأضرار المادية. ولضمان الوقوف على تشخيص دقيق للإجراءات التصحيحية ينبغي تحليل طلبات التعويض طبقاً للتحديدات التالية:

- الوقوف على السبب أو الأسباب الحقيقية للشكوى وطلب التعويض ودرجة جديتها.
- تحديد طبيعة وأهمية الأذى والعيب الذي تسبب في ذلك.
- التأكد التام من وجود العيب الذي سبب الأذى أثناء بيع المنتوج.
- تحديد مسئولية ودرجة الاهمال لكل طرف من الأطراف المتنازعة.

وقد أثبتت التجارب ضرورة إجراء التحليل المشار إليه في أعلاه وبأسرع ما يمكن من وقت للتوصل لقناعة مبكرة بشأن:

- إما عرض تسوية رضائية سريعة على المشتكي وتعويضه بمبلغ معقول بهدف عدم وصول الشكوى للمحاكم.
- أو الاستمرار بجمع معلومات مضافة أخرى استعداداً للدفاع عن القضية في حالة رفض المشتكي لعرض التسوية.
- أو تطبيق سريع لخطط سحب المنتوج في حالة التأكد من جدية مسببات الشكوى والقصور في التصاميم أو طريقة الصنع.

وجدير بالإشارة أن اتخاذ القرار بتطبيق سحب المنتوج يستدعي اتخاذ الإجراءات التصحيحية المطلوبة والقيام بعد ذلك بمراجعة دقيقة لتحديث أدلة المنتوج والنشرات الفنية الخاصة بأساليب تشغيله وصيانته، علاوة على إعادة النظر بفترة الضمان بما ينسجم مع طبيعة المنتوج في ضوء ما أدخل عيه من تطوير.

6. السجلات الخاصة Special records:

مما لاشك فيه أن أي جهة مصنعة تحتفظ بنسخ من تصاميم المنتوج وسجلات البيع وقد أثبتت التجارب أن متطلبات النجاح بالدفاع عن الدعاوي القضائية المتعلقة بالمسئولية القانونية، عن المنتوج تستدعي سجلات خاصة أخرى مثل:

- سجلات تطوير أو اختبارات المنتوج.
- نتائج تدقيق العمليات الإنتاجية وتفتيش المنتوج الجاهز.
- بيانات عن التصميم الأصلي وعن العمر الخدمي للمنتوج.
- سجلات تبادل المعلومات مع المستهلكين بما يتعلق بمتطلبات استخدامات المنتوج وطلبات التعويض.
- سجلات قبول المواد الأولية الحرجة.
- وثائق التصديق والقبول من الجهات الحكومية أو المختبرات المستقلة.

ومما يتوجب الإشارة إليه بصدد هذه السجلات ضرورة الاحتفاظ بها في محل آمن ولمدة من الزمن تعادل، وكحد أدنى عمر المنتوج المتوقع.

7. التقويم الدوري لبرامج الوقاية

The periodic evaluation of the prevention programs:

بلا شك يمثل التقويم الدوري لبرامج الوقاية أداة مفيدة لقياس التقدم من عدمه وللحصول على تغذية راجعة للمعلومات الضرورية لتطوير برامج الوقاية إذا تم تنفيذه طبقاً للتحديدات الآتية:

- إجراء التقويم من قبل خبراء من خارج المنشأة لاستبعاد التحيز والتوصل لنتائج دقيقة. ويمكن إجراؤه من قبل أفراد متخصصين من الجهة المصنعة إذا توفرت قناعة استبعاد التحيز.
- توثيق نتائج التقويم وتعميمه على كافة المعنيين في المنشأة.
- التركيز أثناء التقويم على طرق تطبيق أنظمة ضبط الجودة وأساليب فحص المواد الأولية والأجزاء والجاميع الثانوية المشتراة، علاوة على التأكد من ممارسة تقويم المنتجات على أساس معايير خطورتها.
- فحص المواصفات للتأكد أنها غير مشددة بدرجة غير واقعية وتقويم ضوابط المسئولية القانونية عن المنتوج لمواءمتها مع الواقع العملي لدقة التصاميم ودرجة المعولية للمنتوج.

مما تقدم يبدو أن تقويم برامج الوقاية يركز بشكل أساسي على تقويم الأنظمة وتعديلها نحو الأنسب وقد أثبتت الخبرة المكتسبة في الدول الصناعية المتطورة كاليابان مثلاً أن برامج الوقاية الملاءمة لطبيعة المنتجات ومعايير خطورتها تساعد بشكل فاعل على تقليل حالات رفع الدعاوي القضائية.

الفصل الرابع عشر

نظام معلومات الجودة
Quality Information System

الفصل الرابع عشر

نظام معلومات الجودة Quality Information System

1.14 مفهوم ومدخلات نظام معلومات الجودة.

2.14 العلاقة بين نظام المعلومات الإدارية ونظام معلومات الجودة.

3.14 استخدامات الحاسبة الإلكترونية في نظام معلومات الجودة.

1.14 مفهوم ومدخلات نظام معلومات الجودة The concept of input information system of quality[28]:

كما هو معروف، يمثل نظام معلومات الجودة (Quality Information System (QIS)) طريقة منظمة لجمع وتحليل البيانات وإعداد تقارير الجودة بهدف مساعدة متخذي القرارات في المستويات التنظيمية كافة على اتخاذ قرارات متسمة بالموضوعية والعلمية المفروضة. وجدير بالذكر إن هذا التعريف المقرون بشرطي الموضوعية والعلمية لم تأتي من الفراغ أو بشكل اعتباطي، بل جاء بسبب تغير النظرة إلى جودة المنتجات في الوقت الحاضر من التأكيد على مطابقة المنتوج للمواصفات إلى التأكيد على ضرورة ملاءمة المنتوج للاستخدام.

ومن الطبيعي إن هذا التغير، ولمواجهة متطلباته، استدعى تغير مناظر تجاه مدخلات نظام معلومات الجودة من خلال عدم الاقتصار على جمع وتحليل البيانات وإنما اعتماد نظرة أوسع بحيث تشتمل فضلاً عن البيانات جميع المجالات الوظيفية المتنوعة ذات العلاقة بالجودة وملاءمة الاستخدام للمنتجات المصنعة لدى المستهلك. وبناءًا عليه فإن المدخلات الضرورية لنظام معلومات الجودة هي:

1. معلومات بحوث السوق بما يخص الجودة ويقصد بها الوقوف على نتائج استعمال المنتوج من قبل المستهلك ووجهة نظره بخصوص التحسينات النوعية التي يروم إدخالها على المنتوج لكي يصبح أكثر ملاءمة للاستخدام وبأقل ما يمكن من الأعطال.
2. بيانات عن اختبارات تطوير المنتوج وجودة أجزائه ومكوناته المشتراة من مختلف المجهزين. وكذلك عن الظروف التي سيواجهها المنتوج لدى استخدامه.
3. معلومات حول التقويم النوعي لتصاميم المنتوج من خلال تحليل كافة أنواع فشله ودرجة معوليته.

4. بيانات تقويم المجهزين من خلال استمارات تفتيش المواد الواردة ونوع الاختبارات التي يجريها المجهز قبل تسليم المواد والأجزاء المباعة من قبله. وكذلك بيانات المختبرات المستقلة التي تقوم بفحص المواد بناءًا على طلبات الجهات المستفيدة.

5. معلومات عن العمليات الإنتاجية وتشتمل جميع المعلومات التفتيشية التي تمارسها المنشأة أثناء الإنتاج، علاوة على المعلومات عن مقدرة العمليات الإنتاجية ومستوى المراقبة على الإنتاج.

6. بيانات عن نتائج تدقيق جودة المنتوج والتفتيش النهائي قبل تسليمه للمستهلك وشكاوي المستهلكين خلال فترة الضمان.

7. معلومات عن متوسط الفترة الزمنية بين فشل وآخر لدى استخدام المنتوج (MTBF) وشكاوي المستهلكين بعد انتهاء فترة الضمان.

مما تقدم يبدو بوضوح إن مجالات نظام معلومات الجودة لا تقتصر على فعاليات تفتيش الإنتاج فحسب، بل تتعدى ذلك بكثير وتشتمل جميع المعلومات عن الأنشطة ذات العلاقة بجودة المنتوج. وهذا ما يفسر سبب جعل برامج ضبط الجودة في الوقت الحاضر شاملة، أي على مستوى كافة الأقسام الخدمية والإنتاجية في المنشآت الصناعية.

2.14 العلاقة بين نظام المعلومات الإدارية ونظام معلومات الجودة The relationship between management information system and Quality information system:

إن نظام المعلومات الإدارية (MIS) (Management Information System) هو نظام متكامل تم استحداثه في المنشآت الصناعية بهدف تزويد الإدارات المختلفة بالمعلومات التي تحتاج إليها لاتخاذ القرارات قدر تعلق الأمر بمهامها ومسئولياتها ويتوجب أن يراعي هذا النظام الاعتبارات الآتية:

- تخطيط مدخلات ومخرجات النظام على مستوى أقسام المنشأة كافة وليس على مستوى أقسام منفردة فيها.
- عدم اعتبار كل طلب للمعلومات حالة منفردة والابتعاد عن التعامل معها على هذا الأساس.
- تكوين قاعدة بيانات على مستوى المنشأة من خلال دمج بيانات الأقسام كافة.
- اعتماد الطريقة التكاملية بالتعامل مع استخدامات البيانات للأغراض المختلفة.

وقد أكدت الممارسات الميدانية، بما لايدع مجالاً للشك على أن العمل طبقًا للاعتبارات المشار إليها في أعلاه يؤثر بشكل ملحوظ على نظام معلومات الجودة لأنه جزء من كل، ولهذا ينبغي على المسئولين عن تصميم نظام معلومات الجودة العمل سوية مع المصممين لنظام المعلومات الإدارية وإحكام عملية التنسيق فيما بينهما. وأثبت الواقع المعاش في المنشآت الصناعية على إن تأثير نظام المعلومات الإدارية على نظام معلومات الجودة يأخذ أشكال متعددة. والجدول (1.14) يوضح ذلك.

جدول (1.14) أثر نظام (MIS) على نظام (QIS).

التأثيرات(Impact)	الأمثلة (Examples)
1. يزود نظام (MIS) معلومات عن المنتوج تعتمد كأساس لبيانات الجودة مثل:	المبيعات، الأجور المباشرة، كلف الإنتاج، عدد ساعات العمل... الخ.
2. بالإمكان خزن معلومات الجودة داخل نظام المعلومات الإدارية مثل:	كلف الجودة، نتائج اختبارات الجودة، بيانات عن التفتيش النوعي.
3. بالإمكان تضمين نظام (MIS) نماذج خاصة من تحليل الجودة مثل:	تحليل باريتو، تحليل الاتجاهات، التحليلات الإحصائية المتنوعة.
4. باستطاعته استخدام المعدات الحديثة المتطورة لجميع البيانات ونقلها إلى نظم معلومات الجودة.	معدات خاصة لإدخال البيانات، عرض شاشات طرفية، أشكال بيانية مرسومة على الحاسبة.
5. يستدعي النظام من الأقسام تزويدها بمعلومات الجودة بموجب الاستمارات التي تخص المعلومات الإدارية.	بيانات المعولية، بيانات مسح الجهزين بيانات الاختبارات والتفتيش.

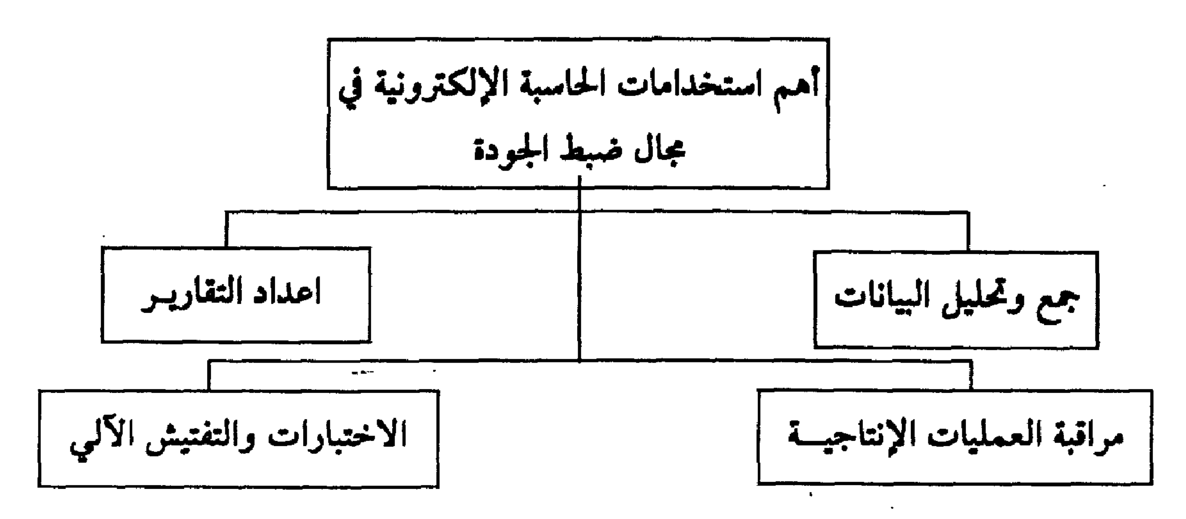
3.14 استخدامات الحاسبة الإلكترونية في ضبط الجودة

Uses of computers in quality control: [18]

من الثابت عمليًا، إن الحاسبة الإلكترونية تساعد بشكل فاعل على تنفيذ وظائف ضبط الجودة لأنها تؤدي مئات العمليات البسيطة بسرعة كبيرة وبدرجة عالية من الدقة في حالة برمجة العمليات بالتتابع الصحيح لتنفيذ أي واجب محدد مثل المراقبة على العمليات الإنتاجية أو اختبارات الجودة، تحليل البيانات أو كتابة تقارير، فضلاً عن مهمة استرجاع المعلومات حين طلبها.

وجدير بالإشارة إن الحاسبات الإلكترونية بنوعين أساسيين يتمثل الأول بالحاسبة الرقمية لأنها تعمل بالأرقام الممثلة بترتيب المراتب العشرية، أما النوع الثاني فإنه الحاسبة المنطقية لأنها تعمل طبقًا لمدخلات مستمرة للبيانات مثل الفولتية أو الإزاحة التي تمثل التغير في البيانات الحقيقية. هذا من جانب ومن جانب آخر فهي بحجمين حجم صغير يستخدم لمعالجات صغيرة مثل التحكم بماكنة إنتاجية وحجم كبير وبستعمل لعدة معالجات ومهام في وقت واحد، إضافة إلى خزن كميات كبيرة من المعلومات.

ومما ينبغي التنويه إليه بصدد استخدام الحاسبات الانتباه للجانب الاقتصادي من العملية وذلك لأن كلفة الحاسبات الكبيرة عالية لذا يتعين توسيع جوانب استخداماتها وبالشكل الذي تكون فيه كلفة إعداد البرنامج وتطبيقه على الحاسبة أقل من العوائد المتأتية بنتيجة استخدام النتائج المستنبطة في مجالات تحسين دقة الإنتاج والتحكم بالعمليات الإنتاجية وتقليل التلف ونسب المعيب. والشكل (14-1) يبين المجالات التي تخدم فيها الحاسبة الإلكترونية ضبط الجودة.



شكل (1.14) استخدامات الحاسبة في مجال ضبط الجودة

1.3.14 جمع وتحليل البيانات Data gathering & analysis:

كما هو معروف لدى العاملين في مجال ضبط الجـودة في المنشـآت الصـناعية إن مصادر جمع البيانات، وقدر تعلق الأمر بجودة المنتجات، متعددة منها:

- نتائج تفتيش المواد الواردة والعمليات الإنتاجية.
- تقارير الفشل والضياعات أثناء تنفيذ المسالك التكنولوجية.
- نتائج فحص جودة المنتجات الجاهزة.
- تقارير مختبرات الفحص.
- المعلومات عن صيانة المكائن والمعدات الإنتاجية.
- شكاوى المستهلكين.

ومعلوم أيضًا إن بالإمكان تغذية الحاسبة بما تقدم من البيانات بواسـطة وسـيلة من بين الوسائل الآتية:

- الكارتات المثقبـة.
- الأشرطة الممغنطة.

- المسح البصري.
- طابعة طرفية.
- حاسبة مايكروية أو هاتف اتصال.

وقد أثبتت التجارب الميدانية إن المشكلة الأساسية بما يخص البيانات في الواقع العلمي تكمن في تحديد نوع وكمية البيانات المطلوب تجميعها لاتخاذ القرار حول مسألة معينة. وتشير الخبرة بهذا الصدد إلى عدم وجود قواعد ثابتة لتحديد نوع ومقدار البيانات ولكنها تعتمد وبالحالة العامة على:

- التقارير المطلوبة.
- العمليات الإنتاجية المسيطر عليها.
- السجلات الواجب الاحتفاظ بها.

والشكل (2.14) الذي يمثل نموذج قياس لجمع البيانات الضرورية لكتابة تقرير بشأن المرفوض الداخلي أو نواقص الجودة يوضح حجم ونوع البيانات المطلوبة.



2. الإصدار	1. رقم الجزء					
6. التاريخ	5. الملاحظ	4. المسئولية	3.العملية	التفتيش	الكشف	معلومات تعريفية
شهر - يوم - سنة						

10-الكمية المرفوضة	9- القسم	8-محل وجود المادة	7- رقم الجزئي

14-التاريخ	13- الكاتب	12-رقم أمر العمل	11 - وصف نواقص الجودة (استخدم الأرقام الرمزية)

21-الرقم التسلسلي		20-الموديل	19- المكونات	18-آخر عملية	17-رمز العيب	16-الشعبة	15-القسم
رفض من قبل(التوقيع)		24-الكاتب	23-رمز الجهز			22-اسم الجهز	
التخلص من التلف			المسئولية				
يعاد للمجهز ☐		سيعمل كما هو ☐				26-الحساب	25-القسم
تالف ☐		إعادة العمل ☐					
يحجز لعزله ☐		يصلح ☐					
إلى الأخير	إلى الرابع	إلى الثالث	إلى الثاني			إلى الأول	مسلك التقرير

27. وصف تفصيلي للنواقص:

28. الملاحظات

30. توقيع الملاحظ	توقيع العامل	
31. تعليمات التخلص من التلف:		

34. توقيع تأكيد الجودة	33. توقيع مسئول الورشة	32. توقيع الانتاج
37. التصديق	36. التصديق	35. توقيع مهندس الإنتاج

42.تحديد الصلاحية	41. الكمية السابقة	40. الإتلاف السابق	39. الطلب السابق	38. إلغاء استبدال

43. سبب تجديد الصلاحية......

شكل (2.14) نموذج تقرير نواقص الجودة

وبما يتوجب الإشارة إليه بصدد هذه الاستمارة شكل (2.14) إنها تحوي إضافة للمعلومات الأساسية المتعلقة بالفشل الداخلي على معلومات تعريفية مثل:

- اسم الجزء والعامل والمجهز والمفتش وتاريخ الفحص.
- القسم الإنتاجي ومركز الكلفة.

إن التجربة تشير إلى ضرورة الاهتمام أيضًا بهذه المعلومات التعريفية لأنها تساعد على:

- تحليل أدق للبيانات.
- تهيئة التقارير بوقت أقل.
- تتبع أثر التقارير.

وبما إن إحدى القرارت التي ستتخذ بنتيجة هذا التقرير ستكون يقينًا التخلص من المواد المعيبة والإنتاج العادم ينبغي إرساله إلى قسم الحسابات لتحديد كلفة المرفوض قبل تزويد الحاسبة الإلكترونية به بشكل مباشر بواسطة طابعة طرفية أو حاسبة مايكروية أو هاتف اتصال. والتجربة العملية تشير إلى أن أبسط هذه الوسائل هو استخدام هاتف الاتصال لسهولة إرسال نتائج التفتيش بواسطته من أية محطة وإلى الحاسبة من خلال إشارات بصيغة نغمات لمسية.

وجدير بالذكر أن الواقع العملي يؤكد على إن الإستفادة من جمع معلومات الجودة وتحليلها ونشرها تكون أشمل واكثر فاعلة إذا دمجت مع قاعدة نظام المعلومات الإدارية، وذلك لأن النظام الأخير يحتوي على أنشطة مراقبة المشتريات والحسابات والمخازن والإنتاج وفي هذه الحالة يمكن الحصول على معلومات إضافية بالحد الأدنى من البرمجة. هذا من جانب تحسين معطيات نظام معلومات الجودة، أما من الجانب التنفيذي فإن الحاسبة تخزن معلومات عن المواصفات وتعليمات التشغيل ومعايير وأدوات التفتيش.

ومن الطبيعي أن تزويد المنفذين بهذه المعلومات المتطورة حال تكليفهم بأي عمل وقدر تعلق الأمر به يساعدهم على خفض احتمالات وقوعهم في الأخطاء أثناء التنفيذ.

ومما يتعين الإشارة إليه بصدد خزن المعلومات أيضًا إن للحاسبة قابلية خزن محدودة، لهذا ينبغي تحليل بيانات ضبط الجودة بشكل دوري بهدف تحديد نوع:

- البيانات الواجب خزنها في الحاسبة.
- البيانات التي لا يستوجب تخزينها في الحاسبة ولكن تخزن بطريقة أخرى على شكل أشرطة أو أقراص تعاد للحاسبة عند الحاجة إليها.
- البيانات التي لا تستدعي أي تخزين، أي البيانات التي تحذف. ويتوجب الإشارة بصدد هذه البيانات إن متطلبات المسئولية القانونية عن المنتوج هي التي تحدد كميتها ونوعيتها.

2.3.14 إعداد التقارير Reporting:

من البدهي إن البيانات المجمعة تحلل وتختصر إلى حدود ذات معانٍ ومن ثم تنشر على شكل تقارير متنوعة يخدم كل منها غرضاً معيناً ومحدداً. وجدير بالتنويه إن أنشطة التحليل والاختصار وإعداد التقارير تبرمج وبالشكل الذي يضمن تنفيذها بصورة ذاتية عند تجميع أي بيانات أو عندما يوعز مشغل الحاسبة بذلك.

والشكل (3.14) يمثل نموذجاً من نماذج التقارير التي تعدها الحاسبة الإلكترونية بما يخص التلف وإعادة العمل على المنتجات المعيبة وبثلاثة صيغ وكما يلي:

- التقرير (أ) للكلف الأسبوعية للفشل وإعادة العمل.
- التقرير (ب) أهم مسببات الفشل طبقًا للأرقام الرمزية للفشل والمبلغ المناظر للرقم ونسبته من إجمالي المبالغ.
- التقرير (جـ) تحليل باريتو بموجب الحروف الرمزية للعيوب ذات الكلف العالية.

أ. تقرير اسبوعي للفشل وإعادة العمل

اسم الجزء	الرقم الرمزي	رقم الاستمارة	الكمية	المبلـــــغ (دينـار)			الإجمالي
				مواد	عمل	مصروفات إدارية	
الصبغ	550	2387	200	500	800	130	1430
عيوب المناولة	552	1980	10	70	30	.10	110
كسر البطانة	561	2021	30	900	200	110	1210
مبخرة التبريد	520	2441	25	2500	——	250	2750
المكثف	522	608	2	150	——	15	165
الرفوف	540	2411	50	500	200	70	770
المقبض	534	2424	10	100	——	10	110
المفتاح الكهربي	512	696	25	300	——	30	330
المجمـــــــوع				5020	1230	625	6875

ب. أهم مسببات التلف وكلفته ونسبته من مجموع المبلغ

المسبب	الرقم الرمزي	المبلغ	النسبة
مبخرة التبريد	520	2750	42.37
الصبغ	550	1430	22.03
كسر البطانة	561	1210	18.64
الرفوف	540	770	11.86
المفتاح الكهربي	512	330	5.10
المجموع		6490	٪100

ج. تحليل باريتو للعيوب ذات الكلفة العالية في قسم تجميع الثلاجات والمجمدات

تسلسل	الرقم الرمزي	سبب الفشل	كلفة الفشل	كلفة إعادة العمل	الإجمالي	النسبة
01	550	الصبغ	230	1200	1430	47.04
02	500	اعوجاج الباب	200	800	1000	32.90
03	516	ربط خاطئ	——	500	500	16.45
04	552	المناولة	——	110	110	3.61
المجموع			430	2610	3040	٪100

شكل (3.14) تقرير نموذجي للفشل وإعادة العمل بواسطة الحاسبة

من الشكل (3.14) يبدو أن بيانات التعريف لكل جزء من التقرير دالة لنوع التقرير ومساحته وبالتفصيل الآتي:

1. التقرير الأسبوعي لكلف الفشل وإعادة العمل شكل (3.14 أ) يمثل جدول يتضمن:

- رقم الجزء ورمز العملية ورقم استمارة الفشل الداخلي وكمية الفشل.
- تفاصيل وافية عن الكلف ومكوناتها من مواد وأجور عمل المصاريف الإدارية المترتبة على ذلك.

2. أما الشكل (3.14 ب) فإنه ملخص للبيانات ومسببات الفشل وكلفة كل نوع ونسبته من المجموع الإجمالي للتلف بموجب حرف رمزي. ويتضمن تفصيل هذا الملخص المعلومات وافية عن:

- اسم العامل المسبب للتلف والقسم الإنتاجي أو الخط الإنتاجي.
- أنواع العيوب ومراكز الكلف.
- أرقام الأجزاء والمجاميع الثانوية.
- المجهز للمواد.

3. الشكل (3.14 جـ) يمثل تحليل باريتو لتصنيف مسببات الفشل وترتيب كلفته بشكل تنازلي. وهذا يساعد على ترتيب مستوى الأولويات في اتخاذ الإجراءات طبقًا لأهميتها ودرجة تأثيرها على مجمل العملية الإنتاجية.

ومما يتوجب الإشارة إليه بهذا الصدد وجود إمكانية التعامل مع مختلف أنواع الأنشطة على مستوى المنشأة الصناعية بنفس الأسلوب المشار إليه في أعلاه من خلال تقارير عن:

- نتائج التفتيش.
- تدقيق الجودة.
- ورش الصيانة.
- تقويم المجهزين.

- الفحوصات المختبرية.

- شكاوى المستهلكين.

كما يمكن برمجة المعلومات المشار إليها في أعلاه، وقدر تعلق الأمر بجودة المنتجات، بصيغ أشكال بيانية مثل لوحة النسبة المئوية للمعيب (P-Chart) وعرضها على الشاشة أو بشكل مطبوع. وهذا يساعد على تحليل البيانات أثناء تراكم جمعها بدلاً من إجراء ذلك على أساس أسبوعي أو شهري. ومن المعروف إن ممارسة هذه التقنية تمكن من اتخاذ الإجراءات التصحيحية بشكل سريع، أي قبل الانتهاء من إعداد التقرير ومن خلال البرنامج ذاته لأنه يعطي إشارة بصورة ذاتية عند حدوث أية مشكلة تخص الجودة.

3.3.14 مراقبة جودة العمليات الإنتاجية :Monitoring production processes

من الثابت عمليًا استخدام المكائن الإنتاجية ذات التحكم الرقمي البطاقات المثقبة أو الأشرطة الممغنطة لإرسال التعليمات إلى الحاسبة الإلكترونية لكي تقوم بدورها بالتحكم بعمليات الإنتاج من خلال إجراء القياسات والعمل على جعل قيمها داخل حدود الضبط المفروضة. والشكل (4.14) يوضح نظام تحكم ذاتي على عملية إنتاجية بصيغة مخطط فعاليات متتابعة.

من الشكل (4.14) يبدو أن الحاسبة جزء رئيس من عملية تحكم ذاتي على الإنتاج ولكنها ليست الجزء الوحيد لهذه الفعالية، وذلك لوجود علاقة بين العملية الإنتاجية والنظامين الفرعيين الذين يحكمان عمل الحاسبة وهما:

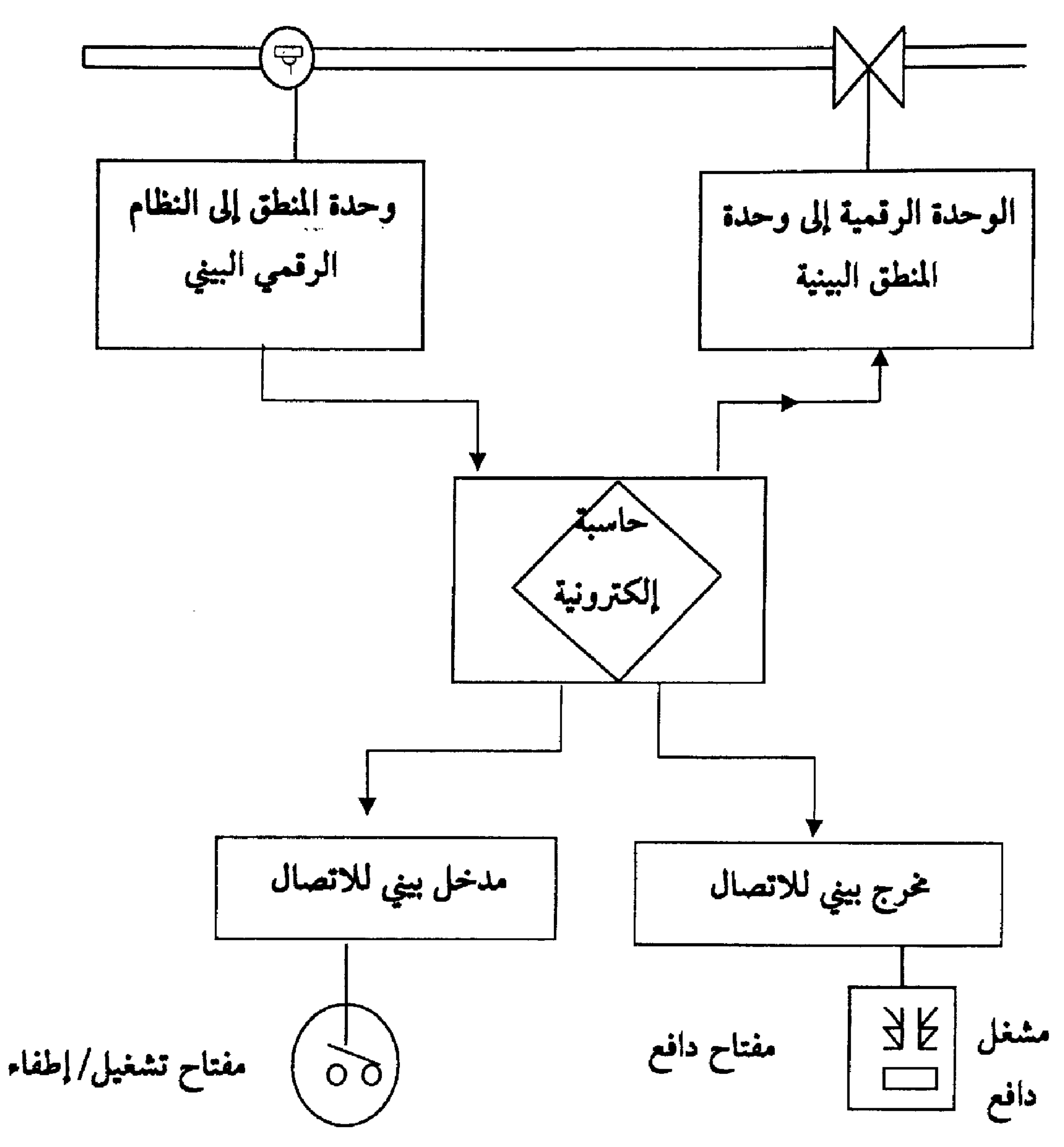
1. النظام الفرعي الأول وله جهاز تحسس وواجبه قياس جملة مميزات مثل:

   - درجة الحرارة أو الرطوبة.
   - الطول أو الوزن.
   - الضغط.

- الفولتية... الخ.

ويقوم بإرسال النتائج بشكل إشارة للحاسبة التي تعمل بدورها وبواسطة وحدة المنطق على تحويلها إلى وحدات رقمية بينية. ومن تم تجرى عملية التقويم لهذه المتغيرات من قبل الحاسبة ذاتها لتحديد موقع القيم أي هل هي داخل الحدود المفروضة أم خارجها. فإذا كانت داخل الحدود، فمن البدهي أن الأمر لا يستدعي أي إجراء تصحيحي وبخلاف ذلك ترسل القيمة الرقمية الصحيحة إلى وحدة المنطق البينية لكي تحولها إلى إشارة منطقية يتقبلها الجهاز الميكانيكي للمشغل الباعث لإجراء التصحيح المطلوب من خلال زيادة أو تقليل قيمة المتغير.

مشغل دافع درجة الحرارة، الفولتية، الضغط، التيار التحسس



شكل (4.14) نظام تحكم ذاتي لعملية إنتاجية

2. النظام الفرعي الثاني ويتكون هذا النظام من مدخل بيني للاتصال ومخرج له، لهذا فإنه نوع من أنواع الأنظمة التمييزية ويتحدد واجبه من حيث الاتصال أما بتشغيل أو إطفاء أو بالسيطرة على وظيفة التشغيل والإطفاء من خلال مفتاح المخرج

البيني الملامس. وجدير بالإشارة أن الحاسبة الإلكترونية تقوم بصورة مستمرة بمسح لحالة التشغيل أو الإطفاء الحقيقية لمقارنتها مع حالة الاتصال المطلوبة لإجراء التصحيحات اللازمة بغية إحكام السيطرة على تتابع العمليات خلال دورة تنفيذها وتطبيق تعليمات التشغيل والظروف المحددة للعمليات الإنتاجية كما يجب.

وينبغي الإشارة أيضاً بصدد نظام التحكم الذاتي المشار إليه في الشكل (14-4) ما يلي:

- إمكانية تشغيل كل نظام من الأنظمة الفرعية بشكل مستقل وبنفس الوقت تشغيلهما سوية في وقت وآن واحد كذلك.
- قدرة الوحدات البينية الأربع المبينة في النظام على التعامل مع عدد كبير من الإشارات في وقت وآن واحد كذلك.

إن الحاسبة الإلكترونية وكما هو معلوم، تعمل بأجزاء المليون من الثانية والمنظومات الفرعية بأجزاء العشرات من الثانية، لهذا يتعين الإنتباه لمسألة إحكام المراقبة على التوقيت من خلال أنشطة تغذية راجعة مشددة لضمان اتخاذ إجراءات تصحيحية فورية. وفي حالة تحقق ذلك فإن نظام التحكم بالعمليات الإنتاجية يساعد على تحقيق المعطيات الآتية:

- جودة ثابتة للمنتوج وذلك بنتيجة تخفيض التغيرات التي تحصل أثناء تنفيذ العمليات الإنتاجية.
- تجانس بين بداية ونهاية عمليات التشغيل من خلال مراقبة العمليات الإنتاجية والتحكم بها أثناء الفترات الحرجة.
- المستوى المطلوب من السلامة والآمان للمعدة الإنتاجية ذاتها والعاملين عليها وذلك نتيجة لتوقف المعدة عن العمل ذاتياً حال حدوث أية حالة غير آمنة أو ظروف غير اعتيادية.

- إنتاجية مكائن عالية، الأمر الذي ينعكس على رفع الإنتاجية الكلية بسبب ما تقدم بجانب قلة الحاجة للأفراد الضروريين للمراقبة والتحكم.

4.3.14 الاختبار والتفتيش الآلي: Automated Testing and Inspection

الواقع العملي يشير إلى وجوب عدم اعتبار نشاط الاختبار والتفتيش جزءاً من عملية الإنتاج بل نشاط معزول بحد ذاته، وذلك لأن الابتعاد عن هذا التميز ينفي دور هذا النشاط ويدمجه عملياً مع فعالية التحكم الذاتي على العمليات الإنتاجية المشار إليها في الفقرة (3.3.14). هذا من جانب ومن جانب آخر يتعين عدم الخلط بين أهداف الاختبار وأغراض التفتيش، وذلك لأن عدم الانتباه لذلك يجعل آلية تنفيذ كل منهما متشابهة وبالتالي الوصول إلى نتائج قياس متماثلة. لهذا ينبغي توضيح استخدامات وطرق تنفيذ كل من الاختبار والتفتيش وأوجه التشابه فيما بينهما وكما يلي:

1. يستخدم الاختبار الآلي لغرض تدقيق شامل لجودة المنتوج من خلال برمجة أنظمة الاختبار وتتابع الاختبارات لمختلف مكونات المنتوج ومجاميعه الثانوية. ويتم خلال ذلك تغيير مختلف أنواع الظروف من درجات الحرارة والفولتية والإجهاد....الخ. لكي تماثل نفس الظروف المحيطة التي سيواجهها المنتوج لدى اشتغاله عند المستهلك. وتوثيق النتائج بتقارير بصورة ذاتية بغية الوقوف بوضوح على طبيعة أداء المنتوج.
2. أما الغرض من التفتيش الآلي الذي يتم التحكم به بالحاسبة الإلكترونية فمتمثل، بالحالة العامة، بتشخيص حالات ومواقع القصور في الأداء. لهذا فإن تطبيقه بصيغة فاعلة يحوله إلى أداة فاعلة لتحسين جودة المنتوج وتقليل الضياعات. وتستخدم طريقتان لتنفيذ التفتيش تتمثل الأولى بطريقة مرور- لا مرور والثانية بأسلوب العزل من خلال تصنيف الأجزاء في التجميع. وجدير بالإشارة أن التطورات الحديثة في مجال القياسات البعدية تشير إلى استخدام الإسقاط الضوئي

لهذا الغرض لأنه يساعد على قياس الأبعاد الصغيرة بوقت قصير جداً بجانب دقة عالية حيث وجد بالتجربة أنه بإمكانه قياس بعد 1.27 مم بوقت قدره عشر الثانية وبدقة ±0.05 مم [38].

ومما يتوجب ذكره بهذا الصدد أيضاً، إمكانية الحاسبة الإلكترونية على استنباط تعليمات أكثر فاعلية لتفتيش المراحل الإنتاجية إذا تم تطبيق الاختبار والتفتيش الآلي على مكائن مبرمجة (N/C).

وبناءً على ما تقدم يمكن حصر أهم الفوائد المتأتية من تطبيق أنظمة الاختبار والتفتيش اللذين يتم التحكم بهما بواسطة الحاسبة الإلكترونية بالنقاط الآتية:

- تحسين جودة الاختبارات.
- تشخيص دقيق لحالات القصور في الأداء.
- تقليل كلفة التفتيش.
- ضبط المعايير الآلية.
- إعداد تقارير متسمة بالدقة المستهدفة.

المصطلحات

المصطلحات

A

Absolute frequency	تكرار مطلق
Acceptance	قبول
Acceptance inspection	تفتيش قبول
Acceptance sampling	أخذ عينات للقبول
Acceptance number	رقم القبول
Acceptance sampling plan	خطة أخذ العينات للقبول
Acceptable quality level (AQL)	مستوى مقبول للجودة
Action limits	حدود الإجراء
Accuracy	ضبط
Accelerated test	اختبار معجل
Assignable causes	مسببات مرجعية (لا صدفية)
Arithmetic mean	وسط حسابى
Attribute	صفة مميزة
Average	معدل
Average out-going quality (AOQ	معدل جودة المنتجات النهائية
Average out-going quality limit (AOQL)	حد معدل جودة المنتجات النهائية

B

Bar chart	مخطط بياني ذو أعمدة
Basic concept	مفهوم أساسي
Batch (Lot	دفعة، وجبة
Bias	تحيز
Binomial distribution	توزيع ذي حدين

B

Bulk sampling	أخذ العينات من المواد السائبة

C

Calibration	معايرة
Capability	مقدرة
Central line	خط مركز
Central tendency	تمركز (نزعة مركزية)
Chance causes	مسببات صدفية
Chance variation	تغيرات صدفية
Characteristic	خاصية
Class	فئة
Class boundaries	حدود الفئة
Class interval	فترة الفئة
Class limits	حدا الفئة
Classification of failure	تصنيف الفشل
Commodity	سلعة
Combinations	توافيق
Complete failure	فشل تام
Control	ضبط (رقابة) (سيطرة)
Conformity	مطابقة
Confidence limits	حدود الثقة
Control chart	حدود الضبط
Control limits	عملية إنتاجية تحت الضبط
Controlled process	فشل بمعدل ثابت
Constant failure rate	ارسالية
Consig nment	مجازفة المستهلك
Consumers risk	كلف (الجودة)

C

Costs(Quality	عيب حرج
Critical defect	معيب حرج
Critical defective	توزيع تراكمي
Cumulative distribution	خطأ تراكمي
Cumulative error	تكرار تراكمي
Cumulative frequency	مضلع تكرار تراكمي

D

Defect	عيب
Defective	معيب
Degrees of freed	درجات الحرية
Demerit	قصور
Derating	خفض المرتبة (الصنف)
Deviation	انحراف
Dispersion	تشتت
Distribution	توزيع
Distribution function	دالة توزيع
Double sampling	أخذ عينات ثنائية
Down time	الوقت الضائع

E

Early failure period	فترة الفشل المبكر
Environment	بيئة
Environmental conditions	ظروف بيئية
Environmental stress	اجهاد الوسط البيئي
Error	خطأ

E

Estimation	تقدير
Experimental design	تصميم تجارب
Expectation	توقع
Exponential distribution	توزيع أسي

F

Factor	عامل
Failure	فشل
Failure cause	سبب الفشل
Failure frequency	تكرار الفشل
Failure mode	نمط الفشل
Failure rate	معدل الفشل
Failure probability distribution	التوزيع الاحتمالي للفشل
Field data	بيانات ميدانية
Final inspection	تفتيش نهائي
Fraction defective	نسبة المعيب
Frequency	تكرار
Frequency distribution	توزيع تكراري

G

Geometric mean	وسط هندسي
Grade	درجة

H

Histogram	مدرج تكرار

I

Individual	مفردة
Inspection station	محطة تفتيش
Instant of failure	لحظة فشل
Inspection level	مستوى التفتيش
Inspection by variables	تفتيش بالمتغيرات
Inspection by attributes	تفتيش بالمميزات
Inspection	تفتيش
Interval	فترة الفئة
Item	مفردة

L

Limit of Variation	حدود التغيير
Lot (Batch)	وجبة (دفعة)
Lot Tolerance Percent Defective (LTPD)	نسبة المعيبات المسموح بها في الدفعة
Lower Control Limit (LCL)	حد الضبط الأدنى

M

Major Defect	عيب رئيسي
Mean	متوســـــط
Mean deviation	انحراف متوسط
Mean range ($\overline{R}$)	متوسط المديات
Mean time to failure (MTTF)	متوسط الزمن لحين حدوث الفشل
Mean time between failure (MTBF)	متوسط الزمن بين فشل وآخر
Median	وسيط
Mid-value of class	مركز الفئة

M

Minor defect	عيب ثانوي
Mode	منوال
Multiple sampling	أخذ العينات المتعددة

N

Nominal value	قيمة اسمية
Non-conformity	عدم المطابقة
Normal distribution	توزيع طبيعي
Normal inspection	تفتيش اعتيادي

O

Observation	مشاهدة
Observed reliability	معولية مشاهدة
Observed value	قيمة مشاهدة
Operational cycle	دورة تشغيلية
Operating characteristics curve (OC-Curve)	منحى خاصية التشغيل
Operator control	تحكم المشغل
Operating characteristics	خاصية التشغيل (الأداء)

P

Parameter	معلمة
Partial Failure	فشل جزئي
Patrol Inspection	تفتيش دوريات
Permutations	تباديل
Percent Defective	النسبة المئوية للمعيبات
Poisson Distribution	توزيع بواسون

P

Population	مجتمع
Preventive Inspection	تفتيش وقائي
Probability	احتمال
Probability Distribution	توزيع احتمالي
Probability of Acceptance	احتمال القبول
Probability of Rejection	احتمال الرفض
functionProbability Density	دالة كثافة الاحتمال
Process Control	ضبط العملية
Process Capability	مقدرة العملية الإنتاجية
Precision	دقة
Process Inspection	تفتيش العملية
Process Out of control	خروج عملية الإنتاج عن حالة الضبط
Process Under Control	وقوع عملية الإنتاج في حالة الضبط
Process Quality Control	مراقبة جودة العملية الإنتاجية
Process Quality Audit	تدقيق جودة العملية الإنتاجية
Producer`s Risk	مجازفة المنتج
Product Quality Audit..	تدقيق جودة المنتوج
Product Quality	جودة المنتوج

Q

Quality	جودة (نوعية)
Quality Assurance	تأكيد الجودة
Quality Audit	تدقيق الجودة
Quality Control	ضبط الجودة (رقابة الجودة)(السيطرة النوعية)

Q

Quality Characteristics	خاصية الجودة
Quality Control Chart	لوحة ضبط الجودة
Quality Costs	تكاليف الجودة
Quality of Conformance	جودة المطابقة
Quantitive Characteristics	خاصية كمية
Qualitative Characteristics	خاصية الجودة
Quality of Design	جودة التصميم
Quality Level	مستوى الجودة
Quality of Manufacture	جودة الصنع
Quality Engineering	هندسة الجودة
Quality Program	برنامج الجودة
Quality System Audit	تدقيق نظام الجودة
Quality Verification	تحقق من الجودة

R

Random	عشوائي
Random Causes	مسببات عشوائية
Random Sample	عينة عشوائية
Random Variable	متغير عشوائي
Random Failure	فشل عشوائي
Range	مدى
Range Chart	لوحة المدى
Receiving Inspection	تفتيش عند الاستلام
Reduced Inspection	تفتيش مخفض
Rejection	رفض

R

action Number — رقم الرفض

Redundancy — فيض (وفرة)

Reliability Data — بيانات المعولية

Relative Frequency — تكرار نسبي

Reliability — معولية

Representative Sample — عينة ممثلة

Risk — مجازفة(مخاطرة)

Runs — تعاقب

S

Sample — عينـــة

Sampling — أخذ العينات

Sampling Inspection Plan — خطة التفتيش بالعينات

Sample Size — حجم العينة

Sample Fraction Defective — نسبة المعيبات في العينة

Sampling Inspect — التفتيش بالعينات

Sampling Plan — خطة أخذ العينات

Scatter — انتشار

Scatter Diagram — شكل بياني للانتشار

Screening Inspection — تفتيش بنسبة 100٪(تفتيش فرزي)

Sequential Sampling — أخذ عينات متتابعة

Significance — دلالـــة

Single Sampling — أخذ عينات أحادية

Skew Distribution — توزيع ملتوي

Specification — مواصفة

Standby Redundancy — فيض احتياطي

Standardard Deviation — انحراف معياري

S

Standard Error	خطأ معياري
Statistic	إحصاء (قيمة إحصائية)
Statistical tolerance limits	حدود تفاوت إحصائي
Stratification	التقسيم إلى طبقات
Stratified Sample	عينة من طبقات
Statistical Quality Control	ضبط إحصائي للجودة
Stress Cycle	دورة الإجهاد
Stress	اجهاد
Sub-group	عينة فرعية
Systematic Sample	عينة نظامية

T

Tally	علامة تسجيل العدد (||||)
Test	اختبار
Test Data	بيانات الاختبار
Test Sample	عينة اختبار
Test Unit	وحدة اختبار
Tolerated Stress	اجهاد مسموح به
Tolerance	تفـــاوت
Tolerance limits	حدود التفاوت
Traceability	مرجعية
Trends	متجهات

U

Unit	وحدة
Universe	مجتمع
Upper Control limit (UCL)	حد ضبط علوي

U

Useful life	عمر مفيد (مثمر)

V

Variable	متغير
Variability	تغيـــيريـــة
Variety	متغير عشوائي
Variance	تبـــاين
Vendor	مجهـــــــز
Vendor Rating	تقييم المجهز
Verification	تحقـــــق

W

Warning Limits	حدود التحذير
Wear - Out Failure	فشل الإهتراء

المصادر العربية والأجنبية

المصادر العربية والأجنبية

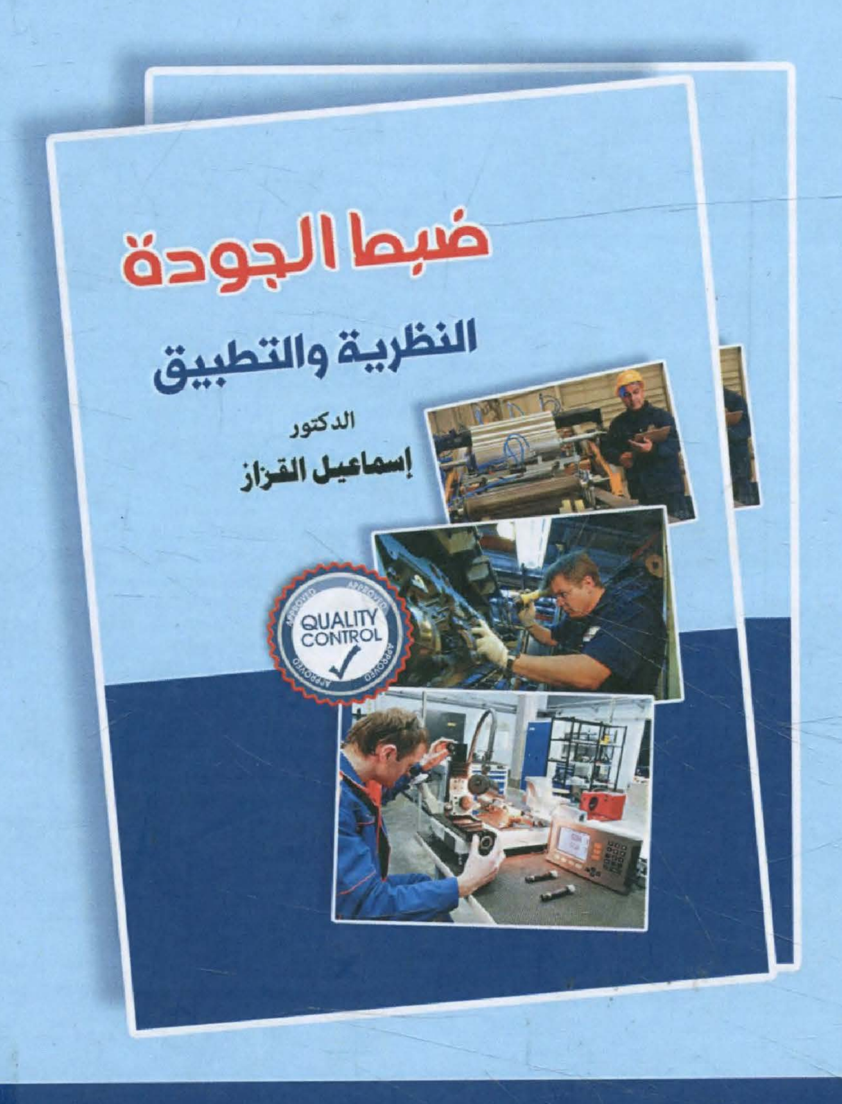
1. زيد علي أحمد، المرشد إلى النوعية، اتحاد الغرف التجارية والصناعية والعراقية بغداد 1989م.
2. شبجيل موراي، الإحصاء نظريات ومسائل، دار ماكروهيل للنشر، مؤسسة الأهرام، القاهرة 1987م.
3. د. عادل عبد المالك، الهندسة الصناعية- إدارة واقتصاديات العمليات الإنتاجية، الجامعة التكنولوجية- 1993م.
4. د. عبد الستار العلي ود. بسمان فيصل محجوب، التفتيش والسيطرة النوعية في المنشآت الصناعية، مطابع التعليم العالى جامعة الموصل - 1990.
5. د. منيف عبد المجيد حجازي، الضبط الإحصائي للجودة (لوحات الضبط)، مطبعة كتابكم عمان - الأردن 1985م.
6. د. إسماعيل القزاز، أساسيات السيطرة النوعية في الصناعة، مجلة الصناعة العدد (2) سنة 1986م.
7. التقارير السنوية للمعهد المتخصص للصناعات الهندسية- دائرة السيطرة النوعية للسنوات 79-1988م.
8. دليل تأكيد النوعية، إعداد الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية بغداد 1983م.
9. دليل السيطرة النوعية- إعداد المعهد المتخصص للصناعات الهندسية التابع لوزارة الصناعة والمعادن، بغداد 1982م.
10. د. عادل عبد المالك، السيطرة النوعية وإمكانياتها في خدمة التطوير الصناعي في القطر، مجلة الصناعات الهندسية المجلد (3) العدد (2) سنة 1976م.
11. د. عادل عبد المالك ود. إسماعيل القزاز، طريقة احتساب كلف النوعية في الصناعات الهندسية، مجلة الهندسة والتكنولوجيا المجلد (12) العدد (9) سنة 1993.
12. عقيلة الأتروشي، كيف تكون سيطرتك النوعية جيدة، مجلة الصناعة العدد (1) سنة 1989م.
13. معجم مصطلحات السيطرة النوعية- إعداد المنظمة الأوروبية للسيطرة

النوعية، ترجمة علي هادي الجابر و زيد علي أحمد إصدار الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية، بغداد 1986م.
14. المواصفة القياسية رقم (1)، إعداد هيئة المواصفات والمقاييس العراقية بغداد 1974م.
15. النظام القومي للقياس، إعداد الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية بغداد- 1989م.

المصادر باللغة الأجنبية:

16. American Society for Quality Control, Statistics Division, Glossary and Tables For Statistical Quality Control, Milwaukee Wisconsin 53203,USA,1983.
17. Aubrey.C.A., Continuous Improvement to Meet Customer Needs, ASQC, 3rd Annual Congress Transactions, Toronto, 1989.
18. Besterfield. D.H, Quality Control, Prentice-hall. New Jersy, 1979.
19. Buffa. E.S., Modern Production Operations Management, 8th.ed. John Wiley ,New York, 1987.
20. Fiegenbaum. A. V, Total Quality Control, McGraw-Hill Book Co., New York, 1983.
21. Genichi Taguch, Product Quality Evaluating and Tolerancing, EOQC Proceeding, Stockholm, Sweedn, 16-19, June, 1986.
22. Glmore. H.L., Product Conformance Costs, Quality Progress.7, No. 6, June 1974 PP.(6-19).
23. E.L. Grant and R.S.Leavenworth, Statrstical Quality Control Sixth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York 1988.
24. Hasen.B., Quality Theory and Applications, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1973.
25. Henning. K., Quality Control Manager Volkswagen Ac. How to Start With A Quality Program, European Organization for Quality Control, Proceedings 30th Annual Conference, Stockholm, Sweeden 1986.
26. Ishikawa.k. Guide to Quality Control, Asian Productivity Organization (APO), Tokyo, 1976.

27. ISO- 9004, Quatily Management and Quality Elements-Guidelines International Organization for Standardization ,1987.
28. Juran.J.M. and Gryna.F.M. Quailty Planning and Analysis, 2nd ed., McGraw- Hill Book Co., 1980.
29. Juran. J.M. and Gryna.F.M., Quality Control Handbook, 3rd ed. McGraw - Hill Book Co., New York, 1974.
30. Juran. J.M, Quality Control Handbook, 2nd. McGraw-Hill Book Co., New York 1962.
31. Juran. J.M., The Non-Pareto Principle, Mea CUPLA Quality Progress, May 1975.
32. Juran. J.M Management of Quality Control, 3rd ed Copyright 860 United Nations Plaza, New York, 1974.
33. Linnart Sandholm, New Product Quality, Stockholm, 1987.
34. Mayer.R.R., Production and Operation Management, McGraw-Will TOKYO 1985.
35. Salvendry.G., Handbook of Industrial Engineering, John Willey, New York, 1982.
36. Scott. J.E, Days Used Gage Program Drasticaally Reduces Wasted Calibration Time, Quality, February PP.22-241976.
37. Sinha.M.N., The Management of Quality Assurance, John Willy, New York, 1985.
38. Willvan.H.S., Inspection in the Ninetes:Back to Carftsmanship, ASQC Quality Congress Transactions, Toronto, 1988.
39. Warren.F.F., An Overiew of Federal and State Legislative Developments in Torts and Product Libility, 43 rd Annual Quality Congress (ASQC)- Toronto - May 1988.
40. ISO - 2859, Sampling Procedures and Tables for Inspection By Attributes, UDC, 311.2.13.2: 620.113 ,4:658.562,7 Printed in Switzerland, 1974.
41 ISO 9000:2005, Quality Management Systems- Fundamentals and Vocabulary
42 ISO 9001:2008, Quqlity Management Systems - Requirements







عمان - شارع الملك حسين - مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس: ٠٠٩٦٢ ٦ ٤٦٤٧٥٥٠ خلوي: ٠٠٩٦٢ ٧٩ ٥٢٦٥٧٦٧

ص ب: ٧١٢٧٧٣ عمان ١١١٧١ - الأردن

E-mail: dardjlah@yahoo.com

www.dardjlah.com



محمد خضير